

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

VIERUNDSIEBZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1877.

Mat.
B

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXIV. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1876. — HEFT I BIS V.

(Mit 32 Tafeln.)

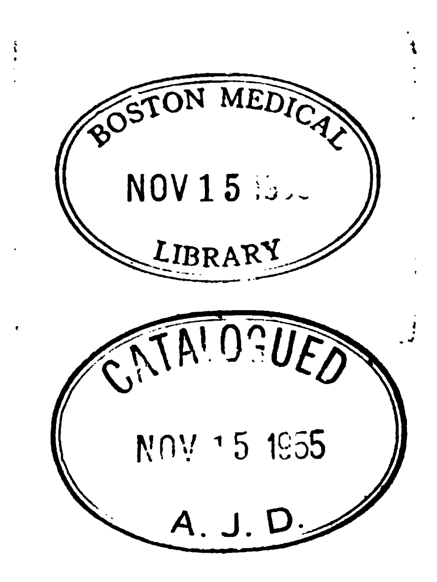
WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1877.


BOSTON MEDICAL
NOV 15
LIBRARY
CATALOGUED
NOV 15 1955
A. J. D.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

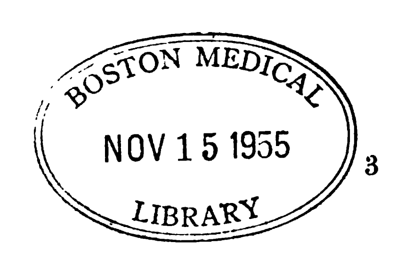
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



XV. SITZUNG VOM 16. JUNI 1876.

Das k. u. k. Ministerium des Äussern übermittelt einen Bericht des k. k. Consuls in Canea, Herrn Micksche, über das am 25. April daselbst stattgefundene Erdbeben, sowie die dortigen klimatischen Verhältnisse.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die graphischen Nachweisungen über die Eisverhältnisse an der Donau bei Grein während des Winters 1875/76.

Die Direction der k. k. Oberrealschule im Bezirke Landstrasse zu Wien und der Vorstand der Sternwarte zu Mannheim übersenden Dankschreiben für die diesen Anstalten bewilligten akademischen Publicationen.

Das c. M. Herr Prof. Dr. Linnemann übersendet „Mittheilungen aus dem Prager Universitäts-Laboratorium".

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet ein versiegeltes Schreiben des Herrn W. Rosický, enthaltend neue Beobachtungen über Geissler'sche Röhren, mit der Bitte um Aufbewahrung desselben.

Herr Dr. A. Weisbach, k. k. Regimentsarzt im österr.-ungar. Nationalspitale in Constantinopel, übersendet eine Abhandlung: „Körpermessungen verschiedener Völker, vorgenommen während der österr.-ungar. Expedition nach Ostasien von Dr. Janka, bearbeitet und durch eigene Messungen vermehrt von Dr. Weisbach."

Der Secretär legt noch folgende eingelangte Abhandlungen vor:

1. „Über die Bahnbestimmung des Planeten (100) Hecate, von Dr. J. E. Stark in Utrecht, übersendet durch das c. M. Herrn Regierungsrath Prof. v. Oppolzer.

2. „Zur Theorie des Gauss'schen Krümmungsmasses", von Herrn Prof. Dr. M. Allé in Graz.
3. „Verbindungen der Salicylsäure mit den Eiweisskörpern" und
4. „Bestimmungen der atmosphärischen Kohlensäure in den Jahren 1874—1875 zu Tabor", von Herrn Franz Farsky, Prof. der Chemie in Tabor.
5. „Über die substituirten Crotonsäuren aus den Brenzcitronensäuren", von Herrn Th. Morawski in Czernowitz.

Der Secretär legt ferner ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von Herrn Dr. J. Hirschfeld, Badearzt in Ischl, vor, welches die Copie eines an Se. Excellenz den Herrn Ackerbau-Minister Grafen Mannsfeld eingereichten, die Vernichtung der *Phylloxera vastatrix* betreffenden Memorandums enthält.

Das w. M. Herr Hofrath v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Ferdinand Frühwald: „Über die Verbindung des *Nervus petrosus superficialis major* mit dem *Genu Nervi facialis.*"

Das w. M. Herr Hofrath v. Hauer übergibt eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung von Herrn Prof. Dr. R. Hörnes: „Ein Beitrag zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen."

Herr Prof. Heschl spricht über eine zuerst von ihm als beständig erkannte Windung am menschlichen Grosshirn.

Herr Prof. S. L. Schenk legt eine Abhandlung vor: „Über die Entwicklungsgeschichte der Ganglien und des *Lobus electricus.*"

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Anales. Tomo XII. Entrega 139—141. Habana. 1875; 8°.

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique: Bulletin. 44e Année, 2e série, Tome 40, Nrs. 7—12. 1875; 45e Année, 2e série, Tome 41. Nrs. 1—7. 1876. Bruxelles, 8°.

Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam: Verhandelingen. XV. Deel. Amsterdam, 1875; 4°. — Verhandelingen. Afdeeling Letterkunde. VIII. Deel. Amsterdam, 1875; 4°. — Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling. Natuurkunde. II. Reeks. IX. Deel. Amsterdam 1876; 8°. — Jaarbock voor 1874. Amsterdam; 8°. — Processen-Verbaal. Afdel. Natuurkunde 1874—1875; 8°. — Carmina latina. Amsterdam, 1875; 8°.

— — Königl. Schwedische: Öfversigt. XXVIII. & XXIX. Årgången 1871 & 1872. Stockholm; 8°.

— — und Künste, Südslavische, zu Agram: Rad. Knjiga XXXIV. & XXXV. U Zagrebu, 1876; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang 1876. Nr. 15—17 & Register. Wien, 1876; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2088 (Bd. 87. 24.) & Nrs. 2089—2094 (Bd. 88. 1—7.) Kiel, 1876; 4°.

Beobachtungen, magnetische und meteorologische, an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1875. 36. Jahrgang. Prag, 1876; 4°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LV'. Nrs. 219 & 220. Genève, Lausanne, Paris, 1876; 8°.

Christiani, Arthur: Beiträge zur Elektricitätslehre. Über irreciproke Leitung elektrischer Ströme nebst einem Excurse: „Das Potential zweier Spiralen". (Mit 15 Tafeln.) Berlin, 1876; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII. Nrs. 19—22. Paris, 1876; 4°.

Czyrniański E.: Mechanisch-chemische Theorie der sinnlichen Welt. Krakau, 1876; 4°.

Erlangen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875. 4° & 8°.

Fischer, Lorenz: Über das Gesetz der Entwicklung auf psychisch-ethischem Gebiete. Würzburg, 1875; 8°.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Tijdschrift voor indische taal-, land- en volkenkunde. Deel XXI, Aflev. 5.—6; Deel XXII, Aflev. 4.—5; Deel XXX,

Aflev. 1. Batavia, s'Gravenhage, 1874—1875; 8°. — Notulen. Deel XII. 1874. Nr. 4. Deel XIII. 1875, Nr. 1—2; Batavia; 8°. — Verhandelingen. Deel XXXVII u. XXXVIII. Batavia, 1875; 4°.

Gesellschaft, physikalisch-ökonomische zu Königsberg: Schriften. XIV. Jahrgang 1873, 1. & 2. Abtheilung. Königsberg, 1873; 4°.

— k. k. der Ärzte in Wien: Medizinische Jahrbücher. Redigirt von S. Stricker. Jahrgang 1876. 3. Heft. Wien; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XIX (neuer Folge IX.) Nr. 5, 1876; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 10 und 11. Wien, 1876; 4°.

— k. k. zoologisch-botanische, in Wien: Verhandlungen. XXV. Wien, 1876; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 20—23. Wien, 1876; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang. Nr. 21—24. Wien, 1876; 4°.

Institut, k. k. Militär-geographisches in Wien: Die astronomisch-geodätischen Arbeiten desselben. IV. Band. Wien, 1876; 4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875; Jena, 4° & 8°.

Klein, E.: The Anatomy of the lymphatic system. London, 1875; 4°.

Lüttich: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875. Lüttich, 8°. — Bibliothèque d l'Université de Liége: Catologue des manuscrits. 8°.

Mayer, J. R.: Die Torricellische Leere und über Auslösung. Stuttgart, 1876; 8°.

Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Herausgegeben vom k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1876. 5. Heft. Wien. 1876; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 22. Band, 1876, Heft V, nebst Ergänzungsheft. Nr. 43. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du D[teur] Quesneville. 414[e] Livraison. Paris, 1876; 4°.

Museum, Geological, Calcutta: Palaeontologia Indica. Vol. 1—2 & 1—3. Calcutta 1875; 4°. — Records. Vol. VIII, Parts 1—4. 1875. Calcutta; kl. 4°.

— d'histoire naturelle de Paris: Nouvelles Archives. Tome X[e], 1[er]—4[er] fasc. Paris, 1874; 4°.

Nature. Nr. 342—345, Vol. XIV. London, 1876; 4°.

Omboni, g.: Delle antiche morene vicine ad arco nel Trentino. Venezia, 1876; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1876, Nr. 8. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXVI. Band. Jahrgang 1876. Mai- & Juni-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". V[e] année, 2[e] Série, Nrs. 47—50. Paris, 1876; 4°.

Rossetti, F.: Della vita e delle opere di Simone stratico memoria. Venezia; 1876.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1876, Disp. 4[a] & 5[a]. Palermo; 4°.

Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. 5[e] Année. 1876. Nrs. 46—48. Amiens; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3[e] Série. 28[e] Année, 3[e] Cahier. Paris, 1875; 8°. — Séances du 2 Juillet — 3 Décembre 1875 & du 7 Janvier — 19 Mai 1876; 8°.

— Géologique de France: Bulletin. Tome III[e]. Nr. 9. 1875 und Nr. 2 1876. Paris, 1875—76; 8°.

— Hollandaise de Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome X. 1[me] & 2[me] Livraison. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New York. 1875; 8°.

Society, The Royal of London: Philosophical Transactions for the Year 1874, Vol. 164. Part II & 1875, Vol. 165. Part I. London, 1875; 4°. — Proceedings. Vol. XXII & XXIII. Nrs. 151—163. March 1874 — 1875; 8°.

Society, The Zoological of London: Proceedings. For the Year 1875, Part II & III. London; 8°.

Verein, Militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XII. Band. 4. Heft. Wien, 1876; 8°.

Wartmann, E.: Observations radiométriques. Genève, 1876; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 21—24. Wien, 1876; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins XXVIII. Jahrgang. 5. Heft. Wien, 1876; 4°.

Über die Verbindung des Nervus petrosus superficialis major mit dem Genu Nervi facialis.

(Mit 1 Tafel.)

Von **Ferdinand Frühwald.**

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Die Untersuchungen über die Verbindung des grossen oberflächlichen Felsenbeinnerven mit dem Antlitznerven im Knie des letzteren haben zu widersprechenden Ansichten geführt.

Die eine welche Bischoff jun.[1] vertritt, hält den *Nervus petrosus superficialis major* für einen Verbindungsnerv zwischen dem *Ganglion spheno-palatinum* und *Ganglion geniculi*, dessen Fasern sich im Facialis weder central noch peripherisch weiter verfolgen lassen; ebenso gibt Rüdinger[2] an, dass die einzelnen Bündel des *N. petrosus superf. major* mit Hilfe des Mikroskopes nicht über das *Ganglion geniculi* hinaus verfolgt werden können.

Andere, wie Cloquet[3], Hirzel[4] und Varrentrapp[5], sahen den *N. petrosus superf. major* im Facialis peripherisch weiter verlaufen und ihrer Meinung nach denselben als *Chorda tympani* wieder verlassen, während Bidder[6] ihn nur in den Centraltheil des Facialis verfolgen konnte.

---

[1] Bischoff Ernst Philipp Eduard. „Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven.“ München 1865, pag. 15.

[2] Rüdinger Dr. G. „Die Anatomie der menschlichen Gehirnnerven.“ München 1868, pag. 40.

[3] Cloquet. „Traité d'anat. descript.“ Paris 1832, T. II, pag. 120.

[4] Hirzel „Journal complement du Dict. des sc. medic. T. XXII.

[5] Varrentrapp G. „Observationes anatomicae de parte cephalica nervi sympathici ejusque conjunctionibus cum nervis cerebralibus. “Francofurti 1831, pag. 19.

[6] Bidder Dr. F. H. „Neurologische Beobachtungen.“ Dorpat 1836, pag. 44.

Die vierte Ansicht endlich hält den *N. petrosus superf. major* für eine gemischte Anastomose, d. h. er bekömmt motorische Fasern vom centralen Theile des Facialis und sendet zum peripherischen sensitive vom zweiten Aste des Trigeminus. Diese Ansicht ist auch in den meisten anatomischen und physiologischen Werken die geltende und von Arnold[1], Longet[2], Beck[3] und Valentin[4] vertreten worden.

Hiernach erklärt sich die Mitleidenschaft des Gaumensegels bei manchen Facialislähmungen, indem die Gaumenmuskeln ihre Nerven zum Theile vom *Nervus facialis* erhalten und dies voraussichtlich auf dem Wege vom Knie des Facialis durch den *N. petrosus superf. major*, das *Ganglion spheno-palatinum* und die *Nervi palatini* geschieht.

Auch würde die Empfindlichkeit, welche der *Nervus facialis* schon bei seinem Austritte aus dem *Foramen stylomastoideum* zeigt, sicher wenigstens theilweise von Trigeminusfasern herrühren.

Der anatomische Verlauf der peripheren und centralen Fasern im *N. facialis* wird von den genannten Autoren verschieden beschrieben.

Valentin sagt: „Verfolgt man die Hauptbündel dieses Geflechtes (im *G. geniculi*), so sieht man, dass der grössere oberflächliche Felsenbeinnerv dicht an dem Knoten in zwei Hauptfascikel zerfällt, von denen das eine nach oben und innen gegen den centralen Theil des Antlitznerven emporsteigt, das andere in den innersten und untersten Theil des Antlitznerven eingeht und mit ihm nach abwärts in seinem peripherischen Theile weiter fortläuft."

Arnold gibt an, dass die sensitiven Fasern des *N. petrosus superf. major* unmittelbar neben den vom Facialis stammenden

---

1 Arnold Dr. F. „Handbuch der Anatomie des Menschen." Breisgau 1850. II. Bd., pag. 867.

2 Longet F. A. „Anatomie und Physiologie des Nervensystems", übersetzt von Dr. J. Q. Hein. Leipzig 1847, pag. 99.

3 Beck Dr. B. „Untersuchungen über einzelne Theile des VII. und IX. Hirnnervenpaares." Heidelberg 1847, pag. 32 und 34.

4 Sömmering Dr. Samuel Thomas. „Hirn- und Nervenlehre", überarbeitet von Valentin. Leipzig 1841, pag. 443.

Fäden sich in diesen einsenken und quer durch das Knie verlaufen.

Beck verfolgte die Fasern des Facialis von dessen Centralende und fand, dass sie an dem gegen die Schädelhöhle sich befindenden Rande an dem Knie vom Facialis abgehen und einen Theil des grossen oberflächlichen Felsenbeinnerven bilden; der andere Theil der Fasern des Facialis geht in dem Canale weiter, nur entsteht eine Verflechtung dieser letzteren Fasern dadurch, dass die vom *Ganglion spheno-palatinum* entspringende andere Hälfte des *N. petrosus superf. major* von ihrem Eintritte an quer durch das ganze Knie zu dem entgegengesetzten Rande des Facialis dringt; hierdurch sind die Fäden des Antlitznerven gezwungen, über dem querlaufenden Bündel sich zu kreuzen.

Die Verschiedenheit der Ansichten veranlasste mich nun, diesen Gegenstand näher zu untersuchen, und ich will im Folgenden sowohl den von mir bei der Untersuchung eingeschlagenen Weg, als auch das von mir gefundene Ergebniss veröffentlichen.

Nachdem ich den Facialis mit seiner Verbindung im Knie aus dem Schädel herausgenommen, legte ich denselben in starken Alkohol (95%) und liess ihn so lange darinnen, bis er seine natürliche Weichheit verloren. Dann brachte ich den Nerv in Terpentinöl. Um das Bindegewebe zu zerstören, erwärmte ich nun das Präparat in der bekannten Mischung von 50 Kubik-Centimeter concentrirter Lösung von chlorsaurem Kali und $3^1/_2$ Cubik-Centimeter rauchender Salpetersäure auf dem Wasserbade so lange, bis der Nerv anfing weich zu werden und ich beim öfteren Probiren mit feinen Nadeln die einzelnen Nervenfaserbündel vollständig isoliren konnte. Ich legte den Nerv nach dem Kochen ein oder zwei Tage in destillirtes Wasser, um ihn auszuwaschen und dann in eine Lösung von gleichen Theilen concentrirter Weinsäurelösung und Glycerin, welche das allenfalls nach dem Kochen noch übrig gebliebene Bindegewebe aufhellt, dagegen die Nervenfasern weiss lässt. Letztere kann man nun auf schwarzem Wachsgrunde gut untersuchen.

Diesem meines Wissens noch nicht angewendeten Verfahren verdanke ich es, dass ich den Verlauf der Nerven sicherer

verfolgen konnte, als es meiner Ansicht nach meinen Vorgängern ohne solche Vorbereitung möglich war.

Die Vorbehandlung mit Alkohol und Terpentinöl ist unerlässlich, weil sie allein den Nerven die hinreichende Widerstandsfähigkeit gibt

Ich fand nun, dass sich die obgenannte vierte Ansicht vollständig bestätigt, d. h. dass der Antlitznerv Fasern zum grossen oberflächlichen Felsenbeinnerv abgibt, anderseits aber auch von Letzterem Fasern erhält. In dem weiteren sowohl centralen als peripherischen Verlaufe der Fasern im Facialis fand ich nun Folgendes:

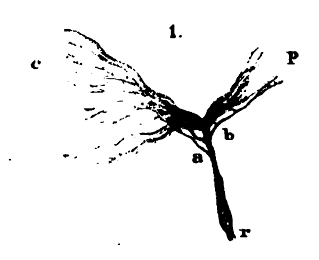
Das Bündel von Nervenfäden, welches der *N. petrosus superf. major* vom Facialis erhält, liegt da, wo der Facialis zu Tage tritt, an dessen vorderer nach abwärts gewendeter Seite; es verläuft, mit den anderen Fasern des Facialis sich verflechtend, schief durch diese, und kommt, nachdem es beiläufig zwei Drittel des Weges bis zum Knie zurückgelegt hat, am vorderen convexen Rande des Nerven zum Vorschein, um am Knie in den *N. petrosus superf. major* einzutreten.

In den beiden beigegebenen Zeichnungen ist der zerfaserte centrale Theil des Facialis mit *c* bezeichnet, der periphere mit *p*, der *N. petrosus superf. major* mit *r*; dann zeigt *a* das Bündel von Nervenfasern, welches sich am Knie völlig loslösen und in seinem Verlaufe aus dem Facialis in den Petrosus verfolgen liess.

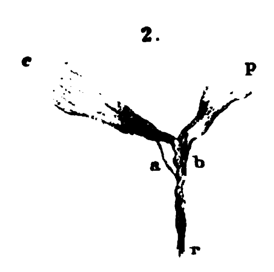
Die Fasern, welche, aus dem Petrosus kommend, mit dem peripherischen Theile des Facialis verlaufen, habe ich in den Figuren mit *b* bezeichnet. In Fig. 1 ist ein Bündel solcher Fasern von den übrigen Facialisfasern losgelöst, so dass man über ihren Verlauf im Knie nicht im Zweifel sein kann.

Eine wirkliche Verflechtung, wie sie Beck beschreibt und abbildet, habe ich hier nicht gefunden.

1.



2.



Die Entwicklungsgeschichte der Ganglien und des Lobus electricus.

Von Prof. **S. L. Schenk** in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

I.

Die Ganglien in der Entwicklung.

Die Lehren, welche uns über die Entwicklungsgeschichte der Ganglien vorliegen, sind so spärlich, dass man es auffällig finden muss, wie die Forschungen in neuerer Zeit, geradezu diesen Theil der Entwicklungsgeschichte so oft übergehen konnten. Diese einleitend mitgetheilten Worte beziehen sich auf die grossen Ganglien in den verschiedenen Abschnitten des Gehirnes auf die Intervertebralganglien, als auch auf die Ganglien, die entfernter vom Nervensysteme als die Intervertebralganglien liegen.

Die Angaben der älteren Autoren über die Bildung der Ganglien sind zumeist nur Aussprüche, ohne in den Abbildungen von Präparaten eine entsprechende Bestätigung gefunden zu haben. Andere geben Abbildungen von einem frühen Entwicklungsstadium des Embryonallebens, übergehen aber hiebei eine Reihe vorhergehender und darauffolgender Stufen der Entwicklung und suchen nur diese ersten Stadien mit dem Ganglion der ausgebildeten Thiere zu vergleichen und hieraus die Zwischenglieder in den Bildern über die Entwicklung zu deduciren.

Es ergibt sich hieraus, dass die Vorstellungen, die man beim Studium der Literatur über diese Frage erhält, kaum ausreichen, um eine Beantwortung zu erlangen, die genügend wäre, sowohl über die erste Anlage als auch über die späteren Entwicklungsstufen der Ganglien eine richtige Vorstellung zu geben.

Die Angaben v. Baer's[1] über die Bildung der Nerven und Ganglien sind ungefähr folgende: „Ebensowenig (wie die Muskeln) sind die einzelnen Nerven wirkliche Auswüchse aus der Nervenröhre. Sie werden vielmehr mit Ausnahme der Sinnesnerven, die man eben desshalb als Theile des Hirnes selbst betrachten sollte, durch histologische Sonderung als zusammenhängende Fäden in den anderen Primitivorganen gebildet, in der animalischen Hauptplatte zu animalischen in dem vegetativen Blatte zu Nerven des vegetativen Systems".

Man sieht hieraus, dass v. Baer die Nerven aus den Elementen der verschiedensten Theile des Embryo hervorgehen lässt und dass dieselben in loco, wo man sie später findet, entstehen können. Dagegen begegnet man keinen Angaben in seinen Mittheilungen, die uns über die Intervertebralganglien bei der Entwicklung der Embryonen Aufschluss geben.

Nur von den Hirnganglien wird v. Baer hervorgehoben, dass sie nach innen gerichtete Wucherungen der Hirnmasse sind. In der Weise entstehen die Ganglien des Vorderhirnes, wie der Streifenhügel und Sehhügel etc.

Bischoff[2] untersuchte diesbezüglich Säugethiere verschiedener Grösse, bei denen bereits die Ganglien vollendet waren. Seine Mittheilungen über Rindsembryonen beziehen sich auf Ganglien verhältnissmässig später Stadien, da er bereits die Ganglien als Knötchen an den Thieren leicht unterscheiden konnte.

Eingehender sind die Studien, die uns aus den Schriften von Remak[3] vorliegen. Remak war es, der durch die Illustrationen, welche er uns über die Ganglienbildung beim Huhne überlieferte, längere Zeit hindurch einer allgemein angenommenen Meinung Geltung verschaffte. Diese besteht darin, dass man die Ganglien aus einer Zellenmasse des mittleren Keimblattes

---

[1] v. Baer, Über Entwicklungsgeschichte der Thiere. Königsberg, 1837, II. Thl., pag. 93, 112.

[2] Bischoff Th. L. W., Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig, 1842 in v. Sömmering's vom Baue des menschlichen Körpers, pag. 206

[3] Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere 1855.

entstehen liess, ungefähr an derselben Stelle, wo man dieselben im ausgebildeten Thiere findet. Es wären demnach ausnahmsweise nur diese als Nervenelemente anerkannte Gebilde, Producte des mittleren Keimblattes. Für die Intervertebralganglien ist dies sogar durch die bezüglichen Abbildungen von Remak erläutert worden, wonach jedes Intervertebralganglion aus dem inneren Abschnitte der bezüglichen Urwirbel hervorgegangen wäre.

Diese Annahme überging in das Lehrbuch von Kölliker[1] mit der richtig zugefügten Bemerkung, dass die Ganglienzellen aus rundlichen Embryonalzellen sich bilden.

His[2] beobachtete bei der Entstehung der Ganglien, dass sie aus dem äusseren Keimblatte stammen, jedoch nicht aus dem axialen Theile desselben, sondern aus dem peripheren Theile. An diesem sieht man nach der Innenwand gegen die Urwirbel gerichtet, eine Falte, welche alsbald vom Nervenhornblatte entfernt wird, bis eine losgelöste Zellenmasse des äusseren Keimblattes in die Gebilde des mittleren gelangt und von diesen ringsherum umgeben wird. Die Stelle, an welcher die Zellen sich bilden, liegt nach His in einer Vertiefung zwischen dem Rückenmarke und den Urwirbeln an der Innenwand des äusseren Keimblattes. Obgleich Goette[3] diese Entstehungsweise der Ganglien bei *Bombinator igneus* nicht zugibt, sei hier dennoch zu bemerken, dass man in der That an Forellen-Embryonen im Alter von 40—50 Tagen und an Embryonen von *Bufo cinareus* in einem entsprechenden Stadium ungefähr am zehnten Tage, nachdem das Ei gelegt wurde, an der von His angegebenen Stelle des äusseren Keimblattes Verdickungen sieht, die gegen das mittlere Keimblatt vorragten. Aus diesen steht nach meiner Meinung zu erwarten, dass sie etwaigen peripher liegenden Nervengebilden zur Ausbildung dienen. Doch welche diese wären, bleibt vorläufig unbestimmt.

---

[1] Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1. u. 2. Auflage. Leipzig.

[2] His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. Leipzig, 1867.

[3] Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig, 1874.

Nur so viel kann ich, mit Rücksicht auf meine Erfahrungen, die ich in dieser Abhandlung bringe, schon von vorne herein sagen, dass die Entwicklung der Intervertebralganglien mit diesen Wucherungen an der Innenwand des äusseren Keimblattes nicht in Zusammenhang zu bringen sind.

Goette[1] bringt bei *Bombinator igneus* die alte Lehre Remak's zur Geltung. Er betrachtet die Spinalganglien und deren Nervenstämme bei allen Wirbelthieren aus den Urwirbeln (Segmenten) hervorgegangen und tritt entschieden gegen deren Abstammung aus dem obern Keimblatte auf. Die von Goette als innere Segmentblätter bezeichneten Urwirbelabschnitte, welche von den angrenzenden Theilen vollständig getrennt sind, verdicken sich um die alternirenden Anlagen der spinalen Ganglien und des dazwischen übrigbleibenden Bildungsgewebes (Bindegewebe, Gefässe, Wirbel) auszusondern. Die späteren Entwicklungsvorgänge in den Intervertebralganglien werden von Goette in naturgetreuer Weise dargestellt.

Lubimoff[2], der unter Virchov's Leitung über die Entwicklung der Ganglienzellen arbeitete, beschränkte sich auf die Bildung der Ganglienzellen in späteren Stadien, sowohl im Rückenmarke als auch in den Ganglien des Sympathicus.

Zur Zeit, als ich die vorliegende Arbeit abgeschlossen hatte, erhielt ich den zweiten Theil als Separatabdruck der nach jeder Richtung willkommenen Abhandlung von Hensen[3], welche auch die vorliegende Frage berührt und in einer derart klaren Weise die Vorgänge bei der Ganglienbildung schildert, dass ich meine Beobachtungen dem Ausspruche von Hensen anreihen kann, und dies umsomehr, als wir bei verschiedenen Beobachtungsobjecten zu einem gleichen Resultate gelangten.

Hensen sagt über die Ganglienbildung Folgendes: „Von den hinteren Theilen des Markes treten Zellen in den Raum

---

[1] L. c.

[2] Lubimoff, A., Über die Verschiedenheit in der embryonalen Entwicklung der Nervenzellen. Centralblatt für die medic. Wissenschaft. Nr. 41, 1873.

[3] Hensen, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte von His u. Braune. Bd. I, pag. 377.

zwischen Mark und Urwirbel, um dort allmälig eine compactere, zunächst dem Marke dicht anliegende und an den Seiten desselben sich bis etwa zur Mitte herabschiebende Zellenmasse zu bilden. Die Zellen trennen sich dabei nicht von den Zellen des Markes, sondern bleiben durch Fäden, die Nerven der hinteren Wurzel, mit ihnen verknüpft. Von den auf diese Weise ausgestülpten Zellen gehen auch peripher Fäden ab, es ist mir jedoch (wohl aus dem oben angegebenen Grunde) nicht geglückt, dieselben erheblich weit zu verfolgen. Später entfernt sich das Ganglion unter dem Einflusse der fortschreitenden Bindegewebswucherung mehr vom Mark und beginnt in der bereits bekannten Weise weiter bauchwärts zu rücken.

Dagegen bringt Kupfer[1] eine Schilderung, die von dieser bedeutend abweicht, indem er das isolirt angelegte Spinalganglion durch eine später sich gestaltende Verbindung mit dem Mark in Zusammenhang treten lässt.

Balfour[2] ist geneigt, den Ganglien ihre Ursprungsstätte zum guten Theile im äusseren Keimblatte anzuweisen.

Die angeführten Thatsachen erweisen sich genügend als hervorragende Momente, um die Untersuchungen über die Ganglienbildung neuerdings aufzunehmen, da man bei einem etwaigen ersten Auftreten derselben im mittleren Keimblatte erstere Zweifel haben müsste, zunächst, was die gangbare Keimblätterlehre betrifft, mit Rücksicht auf den bereits von Remak ausgesprochenen Grundsatz, dass das äussere Keimblatt den Nerven und Horngebilden das Substrat zur Entwicklung liefert Ferner müsste man dem mittleren Keimblatte die Aufgabe vindiciren, die Ganglien zu liefern, die man ihm a priori nach allen bisherigen Erfahrungen abstreiten müsste. Endlich würden Ganglien in Rücksicht auf ihre Entwicklung sich vom nervösen Centralorgane gänzlich abtrennen.

Ein näheres Studium über die Ganglienzellen bei den Wirbelthierembryonen ergibt, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist, folgende Resultate.

---

[1] Kupfer, siehe Hensen, l. c. pag. 378.

[2] Balfour, Preliminary of the Developement of the elasmobranch fishes. Quaterly journal of microscop. Science. Oct. 1874.

Macht man eine Reihe von Frontalschnitten durch einen Embryo von *Bufo cinereus* (ungefähr am achten Tage der Entwicklung), wo bereits der Schwanz deutlich ausgewachsen ist, jedoch wie auf dem Querschnitte von Embryonen desselben Stadiums ersichtlich ist, noch keine weisse Substanz des Rückenmarkes sich zu entwickeln begonnen hat, so sieht man in der Nähe des dorsalen Umfanges des Rückenmarks eine Reihe von Ganglien, welche entsprechend den Intervertebralräumen angeordnet sind.

Einige sind mit dem Nervensysteme in inniger Verbindung, so dass man eine directe Fortsetzung der Elemente des Nervensystems bis in die angrenzenden Gebilde der Urwirbelmasse sieht. Andere findet man als Zellenmassen innerhalb der Urwirbelmasse spindelförmig aneinander gereiht, bei denen man auf dem mir vorliegenden Präparate keine Verbindung mit dem Nervensysteme beobachten konnte. Dagegen kann man mit aller Bestimmtheit an den einzelnen Elementen dieser spindelförmigen Zellengruppen eine vollkommene Ähnlichkeit mit den Gebilden des Centralnervensystems kaum verkennen. Intervertebralganglien dieser letzten Form kannte Goette[1] genau und er betrachtete sie als die erste bemerkbare Form derselben im Thierleibe. Nach meiner Meinung dürften hier nur Stücke von Ganglien vorliegen, welche in die Schnittfläche fielen, ohne einen erkennbaren Zusammenhang mit dem Nervensysteme zu zeigen und die man als seitlich angeschnittene Ganglien ansehen kann. Was ich hier über Frontalschnitte mittheile, ist auch auf Querschnitte zu übertragen, nur gelingt es nicht so leicht, an Querschnitten wie an Frontal- oder Sagittalschnitten durch eine Krötenlarve, die erste Zellenwucherung zur Ganglienbildung zu demonstriren.

Einen Frontalschnitt bildete ich von einem Embryo von *Bufo cinerus* in Fig. 1 ab, welcher zur Bestätigung des Bisherigen dient. — Dieser Schnitt fällt in die Ebene des oberen Umfanges des Rückenmarkes. Man sieht, dem entsprechend, die Durchschnitte der beiden hinteren und seitlichen Wände des Centralnervensystems (*C*). Nach aussen von diesem rechts und

---

[1] Goette, l. c.

links grenzt die Urwirbelmasse (*U*) mit den einzelnen Abschnitten der in Bildung begriffenen Rückenmuskulatur (*M*), deren Fibrillen parallel mit der Längsachse des Embryo angeordnet sind. — Nach aussen begegnet man dem äusseren Keimblatte (*H*) als allgemeine Bedeckung des Embryo. Nun kommt der wesentliche Theil unserer Figur, an welchem die Ganglien in ihrer primitiven Form zu erkennen sind.

An der Stelle *G* sieht man die seitlich vom Nervensysteme vorgeschobene Zellenmasse, welche in den Urwirbeln liegt. Das Vordere dieser Ganglien *G* in der Figur zeigt uns eine engere Verbindungsbrücke mit dem Nervensysteme als das hintere. Betrachtet man die einzelnen Zellen dieser Ganglien, so sind sie ähnlich denen des Centralnervensystems und liegen unregelmässig aneinander, ohne dass man irgend eine Spur einer Substanz bemerken könnte, die zwischen den Zellen liegt.

Ausser diesen beiden angeführten Zellenmassen, welche in das mittlere Keimblatt vorgestülpt sind, sieht man noch spindelförmige Massen von Zellen. Diese sind in der Urwirbelmasse liegende Gebilde (*G*) des Nervensystems, welche vielleicht als losgelöste Ganglien im Bereiche des mittleren Keimblattes liegen. Ein Zusammenhang dieser Gebilde durch etwaige Nervenfäden mit dem Centralorgane konnte ich in diesem Entwicklungsstadium an diesem Schnitte nicht beobachten.

Einen weiteren Beweis für diese Art der Ganglienbildung liefert uns die Entwicklungsweise des *Ganglion Gasseri* und des sogenannten *Ganglion cochleare*. Diese beiden Ganglien kann man bei Embryonen von *Bufo cinereus* oder von *Rana* leicht bekommen, wenn man Sagittalschnitte durch den Embryo macht, die von der gedachten median liegenden sagittalen Ebene schief in der Richtung von oben nach unten liegen. — Man bekommt alsdann an einem und demselben Schnitte beide Ganglien übereinanderliegen, zugleich sieht man das Gehörorgan, das Auge und das Geruchsgrübchen übereinander gelagert, was bedeutend zur Erleichterung der topographischen Verhältnisse des Kopftheiles und der angelegten Ganglien dient.

Man wird an derartigen Schnitten bezüglich des *Ganglion Gasseri* und des *Ganglion cochleare*, was ihre erste Anlage be-

trifft, genau demselben Resultate begegnen, welches wir bei dem Studium über die Anlage der Spinalganglien erhielten.

In der Fig. 2 ist ein derartiger Sagittalschnitt zu sehen. Das Nervensystem (*C*) stellt eine solide Zellenmasse dar, deren hintere Grenze mit Cylinderepithelien bedeckt ist. Dies sind die Gebilde, welche die Höhle des Nervensystems auskleiden. Nach vorne, respective gegen das Kopfende, sind die Andeutungen von den Gehirnabschnitten des Embryo gegeben. Überdies sieht man das Geruchsgrübchen (*Ger*), das Auge (*A*) und ein Stück des Labyrinthbläschens (*L*). Zwischen dem Auge und dem Labyrinthe sieht man zwei solide Zellenstränge (*G*), welche mit dem Nervensysteme in Verbindung stehen. Von diesem aus ragen sie als kolbenförmige Triebe in die Urwirbelmasse, welche sämmtliche Anlagen der Sinnesorgane umgibt. Sie ziehen in wenig schiefer Richtung von hinten nach vorne.

Beide Zellenmassen sind Anlagen von Ganglien und zwar ist die vordere das *Ganglion Gasseri* und die hintere führt in sich die Zellen, welche für das *Ganglion cochleare* zur Entwicklung dienen.

Da man bei diesen Thieren den *Acusticus* und *Fascialis* als gemeinschaftlichen Stamm (Reissner) trifft, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass unter den Elementen für das *Ganglion cochleare* noch Nervenzellen zu finden sind, die später im Gebiete des *Nervus fascialis* liegen.

Nach der Ausbreitung und dem Verhalten dieser Gebilde in späteren Stadien wird es ersichtlich, dass man es hier mit Ganglien zu thun hat, die beim Wachsthume des Embryo vom Nervensysteme mehr und mehr entfernt werden, bis selbe an den bezüglichen Localitäten, wo sie persistent bleiben, als *Ganglion Gasseri* oder *cochleare* agnoscirt werden können. Es ist also auch hier beim ersten Anblicke der Präparate nicht zu verkennen, dass diese beiden genannten Ganglien vorgeschobene Theile des Centralnervensystems sind, die in dem vorliegenden Stadium noch mit dem Nervensysteme im continuirlichen Zusammenhange stehen.

Es wäre hiebei nicht unerwünscht, alle Momente kennen zu lernen, die bei dem Vorrücken der Ganglienmassen aus dem Bereiche des Nervensystems wirksam sind. — Jedoch befindet

man sich hier auf einem Gebiete, welches uns, wie überhaupt der grösste Theil der Physiologie der Embryonen noch zu wenig bekannt ist, wesshalb diese Frage nicht endgiltig beantwortet werden kann. Nur einer Erscheinung sei hier erwähnt, nämlich, dass zur Zeit des Vorrückens der Ganglienzellen in die Urwirbelmasse, das Nervensystem im Ganzen bedeutend dicker erscheint, als es bis zu diesem Stadium von der frühesten Anlage desselben angefangen war. Dabei findet man kaum eine Spur von anderen Gebilden, die zwischen den aneinander gereihten Zellen gelagert wären, auf deren Kosten das Dickerwerden der Wandung des Nervensystems zu Stande käme. Ferner sieht man zu dieser Zeit noch keine weisse Substanz im Rückenmarke ausgebildet. Desshalb könnte man anzunehmen geneigt sein, dass bei einer stärkeren Vermehrung der Elemente im Centralnervensysteme des Embryo, ein Theil der Elemente des ersteren in das Bereich des angrenzenden mittleren Keimblattes vorgeschoben werden kann.

Dabei ist eine weitere Frage noch zu berücksichtigen warum die Ganglienmasse nicht etwa in Form einer Leiste, längs des ganzen Rückenmarkes, sondern in Form von alternirenden Anlagen der Spinalganglien zu finden sind. Zur Beantwortung hat man kaum im Entferntesten irgend welchen Anhaltspunkt, der genügen könnte, um eine Aufklärung hierüber zu geben, es wäre denn, dass man ein mehr lockeres Gefüge im Gewebe der Urwirbel an den bezüglichen Stellen, wo die Intervertebralganglien auftreten, supponiren müsste; als an jenen Stellen längs des Nervensystems, wo keine Ganglien sind.

Von einer nicht minderen Bedeutung ist das weitere Vorrücken der Ganglienzellen, von der Stelle, an welcher man sie angelegt findet, bis zu der bezüglichen Stelle, an der man sie künftighin ausgebildet findet. Es müssen sich hiebei sowohl die Spinalganglien als auch das *Ganglion Gasseri* und *Ganglion cochleare* mehr und mehr vom Nervensysteme entfernen. Dieses Vorrücken der Ganglienmasse ist zum Theile durch das stärkere Wachsthum der Gebilde des mittleren Keimblattes, welche das Ganglion umgibt, bedingt, zum Theile sind es die Faserzüge der Nerven, mit denen die Ganglien zusammenhängen, die bei

dem Wachsthume in ihrer Längsrichtung die Ganglien allmälig weiter von ihrem ursprünglichen Standorte entfernen.

Es wäre demnach das einmal angelegte Ganglion oder besser gesagt die Elementargebilde, welche es zusammensetzen, nur als ein passiv vorgeschobenes Stück des Nervensystems, das, um aus seinem primitiven Zustande in seine bleibende Form übergeführt zu werden, noch überdies eine Reihe von Veränderungen durchzumachen hat, worüber die näheren Mittheilungen im folgenden Beitrage zu schildern sind.

In der Fig. 3 sieht man einen Sagittalschnitt von *Bufo cinereus*, welcher in ähnlicher Weise durchgeführt wurde, wie der bereits näher beschriebene in Fig. 2.

Der Embryo, dem der Schnitt entnommen wurde, war vorgerückter in der Entwicklung. An seinem Centralnervensysteme (*C*) unterscheidet man bereits sowohl an Längs- als an Querschnitten deutlich eine graue (*gr*) und weisse Substanz des Rückenmarkes und der Gehirnblasen.

An dem vorliegenden Bilde ist nur ein Abschnitt aufgenommen und zwar derjenige, welcher für unsere Frage von Interesse ist. Man begegnet hier dem Auge (*A*) und dem Labyrinthbläschen (*L*) von den bekannten auf diesem Längsschnitte sich findenden Gebilden. — Das Auge ist derart getroffen, dass man das Coloboma auf dem Durchschnitte hat. Die Labyrinthblase ist zum Theile gebrochen. Die Reste derselben sind aber noch derart deutlich sichtbar, dass man sie als Bruchstücke des Labyrinthes erkennen kann. Überdies sind die zerstreut liegenden Elemente des mittleren Keimblattes, in dieser Höhe als Sinnesplatte Remak's bekannt, zu finden. Besonders aber sind sie in der Höhe des Auges als Zellen mit mehreren Ausläufern und feinkörnigem Protoplasma zu sehen.

Zwischen dem Auge und der Labyrinthblase sind zwei Zellenmassen (*G*), die in einer zum Nervensysteme mehr senkrechten Richtung angeordnet sind. Von diesen Zellenmassen stellt diejenige, welche dem Auge näher liegt, das *Ganglion Gasseri* und wahrscheinlich auch andere Ganglienmassen dar, die im Bereiche des Trigeminus liegen. Die untere enthält das *Ganglion cochleare* und Zellen, welche wahrscheinlich als Ganglien im Bereiche der Verzweigungen des Facialis liegen. Die

runden Zellen, welche den Hauptttheil dieser Gebilde ausmachen, sind grösser geworden als in den früheren Stadien.

Das Wachsen dieser Zellen ist bisher auf ein Grösserwerden des Protoplasma der embryonalen Zellen zurückzuführen. Die Anordnung der Elemente in den Ganglien sind zumeist derart, dass dieselben hintereinander gestellt sind, als würden sie radiär in senkrechter Richtung zur Längsachse des Nervensystems stehen. Zwischen den Ganglienzellen trifft man schon einige marklose Nervenfasern, welche in diesem Entwicklungsstadium einen bedeutenden Theil der Ganglien bilden.

Es sind uns somit zwei Factoren bekannt, die eine Volumszunahme des *Ganglion Gasseri*, des *Ganglion cochleare* und wahrscheinlich aller anderen Ganglien bedingen. Erstens ist jede Ganglienzelle, soweit wir bisher beobachteten, grösser geworden, zweitens liegen zwischen den Ganglienzellen die eben beschriebenen Nervenfasern, welche aus der weissen Substanz des Centralnervensystems in das Ganglion reichen.

Diese Faserzüge bilden zwischen den Ganglien (*G*) und dem Nervensysteme (*C*) Verbindungsbrücken, die bald grösser, bald kleiner sein können, je nach dem Entwicklungsstadium des bezüglichen Thieres. Sie bilden die Nervenstämme, innerhalb deren Verbreitungsgebiete die Nervenzellen liegen sollen.

In unserer Fig. 3 ist der Stamm des Trigeminus (*Tr*) kürzer als der Stamm des Acustico-facialis (*Acf*).

Wir wollen uns hier noch bei dem oberen Ganglion, welches dem Gesichtsorgane näher liegt, aufhalten und auf ein Factum aufmerksam machen, welches zu dem Schlusse berechtigt, dass nicht nur die Nervenzellen des *Ganglion Gasseri* in der oberen Zellenmasse (*G*) liegen, sondern, dass man auch anzunehmen berechtigt ist, in diesen angelegten Ganglienzellen andere Ganglien im Gebiete der Verzweigungen des Trigeminus als bereits angelegt zu suchen. — Sie werden durch nicht hinreichend gekannte Wachsthumsverhältnisse, von der ursprünglichen Masse getrennt und an ihren bezüglichen Standort gebracht.

In der Fig. 3 sieht man nahezu in unmittelbarer Nähe des Auges nebst einem kleinen Faserbündel eine deutlich ausgebildete Ganglienzelle (*Gz*), welche sowohl im Baue als in der Form

mit den übrigen Ganglienzellen des *Ganglion Gasseri* vollkommen übereinstimmt. — Sie hängt durch einige zu ihr ziehende Nervenfäserchen mit dem übrigen Ganglion und dessen Nervenstamme zusammen. Diese isolirte Ganglienzelle scheint einer grösseren isolirten Ganglienmasse anzugehören, wofür das kleine zu ihr ziehende Nervenbündel spricht, da man in diesen Entwicklungsstadien kaum ein Nervenbündel finden kann, welches nur eine Ganglienzelle eingeschaltet hätte. Denn, findet man an einem Nervenstämmchen Ganglienzellen gelagert, so ist es nie eine einzige, sondern stets eine Gruppe solcher, die aneinander liegen. Es sind in diesem Falle die übrigen Ganglienzellen nicht in die Schnittebene unseres Präparates gefallen.

Dieses Bild liefert uns eine Andeutung, in welcher Weise sich denn die vom Centralnervensysteme entfernten Ganglien bilden und wie man sich vorstellen kann, dass selbe mit dem übrigen Nervensysteme im Zusammenhange stehen, ohne erst annehmen zu müssen, dass die im mittleren Keimblatte präformirten Ganglien nachträglich mit den Nervenfasern in Contact und innigen Zusammenhang zu treten haben. Nach dem Standorte dieses Ganglion (*Gz*) in Fig. 3 ist ferner ersichtlich, dass dasselbe an einer Stelle in der Nähe des Augapfels sich befindet, welche beim ausgebildeten Thiere einem intraorbitalen Raume entspricht. Desshalb ist dasselbe als ein innerhalb der *Orbita* gelegenes Ganglion in seiner Entwicklung zu betrachten.

Die Intervertebralganglien rücken gleichfalls vom Centralnervensysteme weg, bis sie an eine umschriebene Stelle gelangt sind, wo selbe mit den Wurzelfasern in Verbindung zu finden sind. Die Verbindungsstränge bestehen aus marklosen Fasern und sollen sowohl die Fasern der hinteren als auch die der vorderen Wurzel aus mehreren radiär zerstreut liegenden Bündeln entstanden sein, die nach und nach sich zu einem schmalen Bündel vereinigen. (Balfour.)[1]

Die Ganglienzellen werden in den Spinalganglien grösser und lagern sich in Reihen hintereinander. Zwischen ihnen ziehen

---

[1] Balfour, F. M. From the Proceedings of the Royal society Nr. 165, 1875. On the developement of the spinal Nerves in elasmobranch fishes.

feine Fäserchen, die mit den Faserbündeln beider Nervenwurzeln in Zusammenhang zu bringen sind. Ein Querschnitt von einem Torpedoembryo von 3.2 CM. Länge in der Höhe der Leber zeigt ein *Ganglion spinale,* welches der eben gebrachten Schilderung entspricht. Man sieht Fig. 4 das Centralnervensystem *C* quer geschnitten mit der angelegten grauen und weissen Substanz desselben.

Nach einer Seite davon liegt in der Urwirbelmasse ein ovales, ziemlich grosses Ganglion. Dieses steht mit dem Nervensysteme durch seine hintere Wurzel (*hW*) und eine vordere Wurzel (*vW*) in Verbindung.

In dem Verlaufe beider vereinten Wurzeln in Form eines gemeinschaftlichen Stammes jenseits des Ganglions sieht man längliche Kerne in dem Nervenbündel eingestreut, wovon wenigstens im vorliegenden Stadium in den isolirten Wurzeln zwischen dem Nervensystem und dem Ganglion nichts zu finden ist.

Überdies ist in der Fig. 4 die *Chorda dorsalis* (*ch*) unter dem Nervensysteme sammt ihrer *cuticula chordae* (*cut*) nebst einigen Gefässdurchschnitten zu sehen.

An demselben Embryo, welchem dieser Schnitt entnommen ist, sah man die Nervenverzweigungen in der Höhe, wo die Extremitäten liegen, bis in die letzten Verästelungen sich erstrecken. Man kann dann bei gehörigen Schnitten Zweitheilungen des Nervenbündels in der Extremität beobachten.

Jedes neue Nervenästchen bestand aus einigen marklosen Fasern, die vom Hauptaste stammen. — Innerhalb mancher Nervenästchen in Querschnitten von Torpedoembryonen, waren rundliche grössere Zellen, die in ihrem Baue und ihrer Grösse mit den Ganglienzellen vollkommen übereinstimmen.

Die Spinalganglien sind in den vorgerückten Entwicklungsstadien grösser als wir sie in ihrer ersten Anlage kennen. Diese Grösse ist, wie wir erwähnten, weniger auf eine Vermehrung der Ganglienzellen zurückzuführen, als auf ein grösseres Wachsthum derselben und einer Anhäufung von Nervenfäserchen zwischen ihnen.

In den vorgerückten Stadien tritt noch ein Moment hiezu welches für das Grösserwerden der Ganglien vom Belange ist, das ist das Auftreten der Gefässe.

Am ausgebildeten Ganglion bei den Wirbelthieren kann man am Injectionspräparate sehr verbreitete Verzweigungen von Gefässen finden, welche eine grosse Anzahl von Maschenwerken bilden. Die Maschenräume sind in den meisten Fällen so eng, dass innerhalb derselben nur eine Ganglienzelle liegt. Es sind alsdann die Ganglienzellen von Gefässcapillaren direct umgeben.

Derartige Capillarverzweigungen um die Ganglienzellen sieht man nicht selten auch in der *Medula oblongata* beim Menschen und anderen Wirbelthieren. Am schönsten und auffälligsten im *Lobus electricus* des Zitterrochens. Das letztere wurde von Valentin angegeben, indem er behauptet, dass die Ganglienzellen innerhalb des *Lobus eleetricus* vom Zitteraale, wie in einem Korbgeflechte von Capillaren liegen. Im vorderen Acusticusganglion sollen, wie Meynert angibt, ähnliche Verhältnisse zwischen den Capillarverästelungen und den Ganglienzellen zu beobachten sein.

An den Intervertebralganglien vom Embryo von *Torpedo marmorata*, welche circa 6 CM. lang waren, sah ich die Gefässentwicklung so weit vorgeschritten, dass man auf den Durchschnitten durch das Ganglion die Gefässe nahezu derart angeordnet fand, wie an einem Ganglion vom vollständig ausgebildeten Thiere.

Die Capillaren fanden sich um die einzelnen Ganglien gelagert. Sie waren aber in jenen Abschnitten der Ganglien spärlich zu finden, wo die Faserzüge der Nerven zu sehen waren.

Die auftretende Gefässverzweigung im Ganglion ist neben den angeführten Momenten hervorzuheben, die auf das Wachsthum der Ganglien vom hervorragenden Einflusse sind. Nur tritt die Anordnung der Gefässverzweigungen in einem relativ späteren Stadium der Entwicklung auf, während das Grösserwerden der Ganglienzellen und die Verbreitung der Faserzüge schon in verhältnissmässig frühen Entwicklungsstadien auftreten.

In Fig. 6 ist ein Ganglion-Intervertebrale von einem Torpedoembryo später Stadien 6 Ctm. lang gezeichnet, worin die Gefässverzweigungen (*Gf*) zwischen den Ganglienzellen (*Gz*) zu sehen sind.

Ich kann es hier nicht unterlassen, die Abbildung eines Querschnittes von *Torpedo marmorata,* der 3·2 lang war, hier hinzuzufügen. Dieser Querschnitt (Fig. 5) liegt in der Höhe des Ohrlabyrinthes (*L*). Man sieht das Nervensystem (*C*), dessen Rückentheil aus einer einzelligen Lage besteht, die cubische Epithelialgebilde darstellen. Es entspricht das Querschnittsbild des Nervensystems genau den Bildern, welche man bei den Schnitten in einer entsprechenden Höhe durch den vierten Ventrikel bei verschiedenen Thieren erhält. Seitlich vom Nervensysteme beobachtet man die Fortsetzung des letzteren in die umgebenden Gebilde der Sinnesplatte, welche die Ganglienzellen des *Ganglion cochleare* (*G*) trägt.

An der Grenze zwischen den Gebilden des Centralnervensystems und denen, welche das Ganglion bilden, sind einige Faserzüge zu sehen. Sie stellen wahrscheinlich die ersten marklosen Fasern dar, welche Faserzüge des künftigen Acusticus in sich führen. Obgleich dieser Zustand des Ganglion einem verhältnissmässig späteren Stadium angehört, so ist doch immer nicht zu verkennen, dass dasselbe eine Fortsetzung aus dem Nervensysteme ist. Überdies sind an diesem Schnitte die umgebenden Gebilde des Nervensystems, das Labyrinthbläschen (*L*) und die *Chorda dorsalis* (*ch*) nebst einigen Gefässdurchschnitten (*Gef*) zu sehen. Das Labyrinthbläschen (*L*) war in diesem Falle bedeutend geschrumpft, wie aus der Fig. 5 ersichtlich ist. An der Chorda ist die *Cuticula chordae* zu erkennen. Unterhalb der Chorda sind die Elemente, welche die gemeinschaftliche Mundrachenbucht auskleiden.

Aus dem bisher Gesagten über die Entwicklung der *Ganglien* geht hervor, dass man dieselben als Gebilde des äusseren Keimblattes und nicht als in loco präformirte Elemente in den Urwirbeln oder der Urwirbelmasse zu betrachten hat. Die Wachsthums- und Entwicklungsweise derselben ist kurzgefasst folgende: Anfangs tritt eine kleine umschriebene Wucherung aus den Elementen des Nervensystems in die umgebenden Gebilde

des mittleren Keimblattes. Rücken die gewucherten Elemente auf eine relativ grössere Entfernung vom Nervensysteme vor, so sieht man sie als Ganglienzellen durch feine Faserzüge, die marklosen Nervenfasern, mit dem Nervensysteme in Verbindung stehen. Bald darauf ordnen sich die Ganglienzellen derart, dass sie colonnenartig hintereinander angeordnet sind.

Das Grössenwachsthum der Ganglien hängt nach meiner Untersuchung von folgenden Momenten ab:

Zunächst wird das Protoplasma der einzelnen Ganglien massenhafter, dann treten Faserzüge zwischen die Ganglienzellen und treibt sie auf diese Weise auseinander. Die Faserzüge werden massenhafter, wobei die Volumszunahme des Ganglions auffällig wird. Endlich entwickeln sich die Gefässverzweigungen zwischen den einzelnen Ganglienzellen, welche als Capillarmaschen die Zellen umgeben.

Man kann bei dem Grösserwerden der Ganglien eine Theilung derselben kaum unberücksichtigt lassen, da dieser Vorgang im Wachsthume der verschiedenen Organe beobachtet wurde und zum guten Theile zur Volumszunahme derselben beiträgt.

Eine directe Beobachtung konnte ich im Entwicklungsgange der Ganglien zur Bestätigung der Theilung der Ganglienzellen nicht machen.

Die von Fleischl[1] gebrachten Angaben, dass man in Hirntumoren Ganglienzellen in Theilung begriffen findet, dürfte als Anhaltspunkt dienen, nach Theilung von Ganglienzellen im Embryo zu suchen, die hier höchst wahrscheinlich in eine der früheren Stadien fällt, wo die Faserzüge und Gefässe in den Ganglien noch nicht zu beobachten sind.

---

[1] Fleischl E., Zur Geschwulstlehre. Wiener medic. Jahrbücher, 1872.

II.

Der Lobus electricus in der Entwicklung.

Ähnlich der Entwicklung der Ganglien ist die des *Lobus electricus* beim Zitterrochen, wesshalb ich die Untersuchungen über die Entwicklung des *Lobus electricus* diesen Mittheilungen anreihe. Die Thatsachen, welche man in den bisherigen Angaben über dieses Organ vorfindet, beziehen sich zumeist nur auf das ausgebildete Organ, während die Angaben über die Entwicklung desselben uns gänzlich fehlen. In einer der jüngsten Mittheilungen über den Bau des *Lobus electricus*, aus dem physiologischen Institute der Berliner Universität, von Reichenheim [1] ausgeführt, sind die einzelnen Abhandlungen über den *Lobus electricus* angeführt. Man findet da die Arbeiten von Valentin[2], Savi[3], Harless[4], Max Schultze[5], Stieda[6] und Rollmann angegeben. Ferner ist hier noch der jüngst erschienenen Mittheilung von Fr. Boll[7] zu erwähnen, welche auf die Grösse und ungefähre Zahl der Ganglienzellen im elektrischen Centralorgane der Zitterrochen verschiedener Grösse Rücksicht nahm. Die kleinsten Thiere, welche er untersuchte, waren 9 CM. lang.

Boll fand bei den letzteren ungefähr dieselbe Anzahl von Ganglienzellen im *Lobus electricus* wie bei den grösseren.

---

[1] Reichenheim, Max, Beiträge zur Kenntniss des elektrischen Centralorgans von Torpedo. Reichert u. DuBois, Archiv. 1873. Heft 6.

[2] Valentin, Beiträge zur Anatomie des Zitteraales. Neuchatel 1841.

[3] Savi P., Traité des phénomènes electro-physiologiques par Matteucci suivi d'études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille. Paris, 1844.

[4] Harless, Müller's Archiv. 1846.

[5] M. Schultze, Akademisches Programm. Bonn, 1869.

[6] Stieda, Notizie preliminari sul cervello spirale delle Raje etc. Rendiconto della R. Acad. delle scienze fisiche et matem. di Napoli. December 1871.

[7] Boll, Auszug aus dem Monatsberichte der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 11. Nov. 1875.

Mit Rücksicht auf die angeführten Angaben über den Aufbau des fraglichen Organs wird es kaum überraschen, wenn ich meinen Ergebnissen über die Entwicklungsgeschichte des sogenannten elektrischen Centralorgans nur insofern eine Bedeutung beilege, als ich durch dieselben die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Entwicklung eines Organs zu lenken gedenke, um möglicherweise durch die Kenntniss seiner Entwicklungsgeschichte einen Aufschluss über die Function dieses räthselhaften Gebildes erlangen zu können.

Es scheint nach den mir bisher klar gewordenen Vorgängen über den Aufbau dieses Organs, dass dasselbe in seiner Entwicklung mit den Ganglien, wie ich selbe schilderte, nahezu übereinstimmt. Diese Ähnlichkeit in der Entwicklung mit den Ganglien, ferner die unverkennbare Ähnlichkeit, welche im Baue beider auftritt, lässt es vermuthen, dass der *Lobus electricus* ein grösseres Ganglion wäre, welches paarig zu beiden Seiten angelegt ist und durch die Wachsthumsverhältnisse nicht so weit vom Centralnervensysteme entfernt wurde, als die übrigen Ganglien, von denen wir bisher in diesem Aufsatze gesprochen.

Das jüngste Stadium vom *Lobus electricus* fand ich an Torpedoembryonen von circa 1·7 CM. Länge. Bei diesen war das Nervensystem bereits geschlossen. Die weisse und graue Substanz des Rückenmarkes waren deutlich zu unterscheiden. In der Höhe der vierten und fünften Gehirnblase bestand die Decke des Nervensystems nur aus einer einzelligen Lage von Elementen, die eine cubische Form haben. Es kommt hiebei die graue Substanz mehr oder weniger nach dem Rücken des Embryo hin zu liegen, während die weisse in der Richtung nach aussen zu beiden Seiten liegt und sowohl die hinteren als vorderen Stränge der Nervenwurzeln enthält.

Fig. 7 ist das Bild eines Querschnittes, in welchem die mir bekannte früheste Anlage des *Lobus electricus* abgebildet ist. *C* ist der Querschnitt des Nervensystems, welches dem beschriebenen Bilde gleicht. Von der Decke (*D*) desselben fehlt ein kleiner Theil. Trotzdem ist aus dem Reste noch der einzellige verdünnte Theil deutlich zu erkennen. Die Höhle des Nervensystems ist von Cylinderepithelien ausgekleidet. In der Tiefe derselben, das ist an jener Stelle der Höhle, die zumeist ventral

liegt, sieht man paarig angelegte kleine hügelartige Erhabenheiten, welche aus dicht gedrängten aneinander gereihten Zellen des Nervensystems bestehen. Diese kleinen Zellenmassen sind von den benachbarten Gebilden deutlich begrenzt. Nur an der Basis hängen sie mit dem übrigen Nervensysteme zusammen. Sie stellen die mir bekannte jüngste Anlage des *Lobus electricus* im Zitterrochen dar. An den Embryonen von *Mustelus vulgaris* und *Squalus acanthias* fand ich ähnliche Bildungen in dieser Höhe des Nervensystems, nur sah ich in späteren Stadien an denselben Veränderungen anderer Art auftreten, welche mit denen wie sie an Torpedoembryonen beobachtet werden, nichts gemein haben. Auch bei einigen höheren Wirbelthieren sieht man Andeutungen von ähnlichen Anlagen, auf welche ich bei einer anderen Gelegenheit genauer einzugehen gedenke. Die Elemente, welche die *Lobi electrici* in frühen Stadien bilden, sind rundlich und mit deutlichem Kerne versehen. Überdies sind an diesem Querschnitte die Chorda (*ch*), die Mundrachenbucht (*Md*), die Kiemenbögen (*Kb*) zusehen. Endlich sind noch Durchschnitte von Muskelzügen in den Elementen der Urwirbelmasse und ein kleiner Theil des zertrümmerten Labyrinthbläschens an dem Schnitte (Fig. 7) zu finden.

Wenn man aus diesem Bilde die erste Anlage des *Lobus electricus* erklären will, so ist man zu der Annahme genöthigt, dass aus dem vordersten Umfange der Zellenmasse des Centralnervensystems ein Theil der Elemente der grauen Substanz sich abgrenzt und gegen den Centralcanal des Nervensystems hervorragt. Es gehört dieser vorragende Theil jenem Abschnitte der grauen Substanz an, welcher gegen die centrale Höhle und nicht gegen das mittlere Keimblatt gerichtet ist. Ein Überzug des *Lobus electricus* in diesem frühen Stadium von den Cylinderepithelien ist nicht zu beobachten.

Der Unterschied in der ersten Anlage des *Lobus electricus* und den spinalen und anderen Ganglien liegt darin, dass die letzteren als Theile der grauen Substanz des Rückenmarkes direct in die umgebende Masse des mittleren Keimblattes vorragt, während die graue Substanz beim *Lobus electricus* gegen die Höhle des Nervensystems sich richtet, und erst später, sobald die Decke des Nervensystems in dieser Höhle des Embryo

zur vollständigen Ausbildung des vierten Ventrikels sich an die umgebenden Gebilde des mittleren Keimblattes anlegt, liegen die beiden Höcker, die *lobi electrici*, auf der Oberfläche des Nervensystems, den Elementen des mittleren Keimblattes, als ovale Körper indirect an.

Die geschilderte Anlage des elektrischen Centralorgans ändert sich mit den bezüglichen Entwicklungsvorgängen im Centralnervensysteme. In der Höhe des vierten Ventrikels kann man leicht beobachten, wie bei den späteren Entwicklungsvorgängen die seitlich liegenden Gebilde mehr nach rechts und links im Embryonalleibe auseinander weichen. Hiebei wird die verdünnte einzellige Lage an der oberen Circumferenz des Nervensystems auf eine grössere Flächenausdehnung gebreitet. Die Höhle des Centralnervensystems wird grösser und bekommt dadurch ein Aussehen auf dem Querschnitte bei verschiedenen Wirbelthieren, als würde sie einem Dreiecke mit abgerundeten Winkeln gleichen, dessen Basis nach dem Rücken, dessen Spitze nach der Bauchfläche gerichtet ist. Die seitlichen Wände sind stets verdickt und enthalten die Hauptmasse der Elemente des Nervensystems. Bei den Torpedoembryonen von ungefähr 2 CM. Länge sieht man aus dem entsprechenden unteren Winkel (Fig. 8) die beiden wulstartigen Erhabenheiten (*LE*) in der Richtung gegen die breitere Basis, beziehungsweise gegen den Rücken des Embryo hervorgewuchert. Zwischen den beiden wulstförmigen Erhabenheiten, welche die *lobi electrici* auf dem Durchschnitte darstellen, ist ein kleiner Zwischenraum, in dessen tiefster Stelle gegen die *Chorda dorsalis* (*ch*) man auf die, die Höhle des Nervensystems auskleidende Cylinderzellen stösst. Die beiden *lobi electrici* dieses Stadiums (Fig. 8) sind gegenüber dem früher geschilderten (Fig. 7), sowohl in Rücksicht auf die äussere Form als auch rücksichtlich seiner Grösse bedeutend verändert, was bei dem Vergleiche dieser beiden Figuren leicht ersichtlich ist. Der Bau des elektrischen Centralorgans beschränkt sich nur noch immer auf eine dichtere Anordnung von Zellen, die ein feinkörniges Protoplasma mit deutlichem Kerne und Kernkörperchen haben. Die Zellen sind nicht merklich grösser als in den früheren Stadien.

Dagegen sieht man Faserzüge von marklosen Nerven in verschiedenen Richtungen, die je nach der Höhe des *Lobus electricus*, in welchen man geschnitten hat, bald von oben nach unten (*fz*, Fig. 8) bald von innen nach aussen (*fz*, Fig. 9) in der Nähe des elektrischen Lappens ziehen. Überdies finden sich im Nervensysteme an der Basis des *Lobus electricus* Gefässäste, welche Verzweigungen der an der Basis der Gehirnblasen ziehenden grösseren Äste sind.

Es sind die ersten bemerkbaren Gefässäste (*Gef*), welche nach ihrer vielfachen Verästelung den sehr gefässreichen *Lobus electricus* mit Blut versorgen. Die Höhle des Nervensystems (Fig. 8 *c*) ist von Cylinderepithelien ausgekleidet. — Nur an der Stelle des *Lobus electricus* fehlt der Epithelüberzug, der beim entwickelten Torpedo nach Reichenheim[1] vorhanden ist und von ihm deutlich abgebildet wurde. Wenigstens für die frühen Stadien der Entwicklung muss ich das Fehlen des Cylinderepithels constatirt wissen, obgleich es, wie erwähnt, nach Reichenheim beim ausgebildeten Thiere vorhanden ist.

Ich muss hier noch ferner bemerken, dass es mir nicht gelungen ist, die Bildung des Epithels mit dem Materiale, welches mir zur Verfügung stand, zu verfolgen. — Ferner sieht man in dem Nervensysteme (Fig. 8) Ganglienzellen und Faserzüge, welche Letzteren in verschiedener Richtung innerhalb der Wandung des Nervensystems verlaufen.

Seitlich vom Nervensysteme sind beiderseits die Labyrinthbläschen (*L*) zu sehen. Die übrigen Bezeichnungen sind in Übereinstimmung mit denen, welche in Fig. 7 geschildert wurden.

Von demselben Embryo stellt Fig. 9 eine zweite Abbildung dar, die es ersichtlich macht, dass die Form des *Lobus electricus* (*LE*) in den verhältnissmässig frühen Entwicklungsstufen in verschiedenen Höhenabschnitten verschieden ist.

Nach Reichenheim[2] ist die Form des ganzen Lobus und der Faserverlauf der Nerven desselben verschieden, beim ausgebildeten Thiere, je nachdem man im ersten oder dritten Fünftel des Lobus sich befindet. Es würden von unseren beiden

---

[1] L. c.

[2] L. c.

Schnitten, die Fig. 8 dem ersten und Fig. 9 ungefähr dem dritten Fünftel des *Lobus electricus* entsprechen.

Man ersieht hieraus, dass die im entwickelten Thiere ausgesprochenen Unterschiede bereits in frühen Entwicklungsstufen ausgesprochen oder sich wenigstens angedeutet finden.

Nach den bisherigen Mittheilungen sind keine wesentlichen Merkmale in der Structur zu verzeichnen, die mit dem künftigen Bau des fraglichen Organs nur im Entferntesten ähnlich wären. Nur so viel lässt sich constatiren, dass die Zellen, welche im Lobus angelegt sind, die künftigen Ganglienzellen desselben darstellen. Sie sind auffällig klein und stehen ohne jede dazwischen erkennbare Substanz dicht gedrängt aneinander.

Bei älteren Embryonen von ungefähr 3·2 CM. Länge ist das Organ bedeutend vergrössert und zu den Zellen treten noch Faserzüge hinzu, die im Organe zwischen den Ganglienzellen liegen. — Es ist auch die Höhle des Nervensystems dadurch, dass der elektrische Lappen grösser und die Wandung des Nervensystems dicker wurde, bedeutend kleiner geworden.

Die einzellige Lage von Epithelien, welche auf der rückseitigen Circumferenz des Nervensystems liegen, sind um vieles niedriger geworden (Fig. 10).

Im *Lobus electricus* (*LE*) selbst liegen die einzelnen Zellen derart hintereinander geordnet, wie wir es vom *Ganglion intervertebrale* in Fig. 4, *G* gesehen haben. Es sind streng geordnete Colonnen von Zellen, die in der Richtung von der Ventralseite gegen die Rückenfläche ziehen. Zwischen ihnen sind Faserzüge von Nerven und zuweilen einzelne Lücken, die länglichen Spalten gleichen, zu sehen. Die beiden *lobi electrici* besitzen an ihrer Basis einzelne grössere Gefässäste, von denen die Bildung von Gefässverzweigungen für die Ganglienzellen im elektrischen Lappen ausgeht.

In diesem Stadium (Fig. 10) ist der *Lobus electricus* mit Rücksicht auf seinen Bau einem *Ganglion spinale* in der Entwicklung ähnlich. Dagegen ist seine Lage noch innerhalb der Höhle des Nervensystems, da mit dem Vorhandensein einer einzelligen Epithellage an der oberen Circumferenz der Gehirnkammer, diese nicht nach aussen, beziehungsweise nach den Gebilden des mittleren Keimblattes, offen steht. Erst mit dem

Schwinden dieser Lage oder damit, dass die Verbindung derselben mit dem Nervensysteme aufgehoben ist, kommen die *lobi electrici* nach aussen von dem Centralcanale zu liegen, und bilden dann in dieser Form die bekannten zwei ovalen Körper, welche paarig zu beiden Seiten des Nervensystems an den bezüglichen Stellen innerhalb der knorpeligen Wirbelröhre liegen.

In diesem Zustande der Entwicklung erkennen wir den *Lobus electricus* vom Zitterrochen und finden ihn aus Ganglienzellen zusammengesetzt, die dichter aneinander liegen als dies in den späteren Entwicklungsstadien zu finden ist und als wir beim ausgebildeten Thiere finden.

Dieser Zustand scheint sich zum guten Theile bis auf eine postembryonale Periode fortzusetzen, da die Zählung der Ganglienzellen von Boll[1] nach den Richtungen der Längs- und Querdurchmesser der *lobi electrici* bei grösseren und kleineren Thieren nahezu dieselben Zahlen ergaben.

Ähnlich wie die Nervenelemente im Centralorgane bei den Embryonen dichter aneinander stehen, sieht man sie auch als Nervenendigung auf einem relativ kleinen Areale aneinandergedrängt die in späteren Wachsthumsperioden auseinanderrücken. So sieht man die Meissner'schen Tastkörperchen beim Neugebornen auf Durchschnitten durch die Haut dichter nebeneinander stehen als man sie beim Erwachsenen sieht.

Das Gleiche beobachtet man an den Pacinischen Körperchen. Es scheint demzufolge, dass sowohl die nervösen Elemente des Centralorgans als auch die peripheren Endgebilde mit dem im späteren Wachsthume durch das zwischen den Elementen sich vermehrende Zwischengewebe nach und nach auseinanderrücken. Es ist nach dem bisher Mitgetheilten über die Wachsthumsverhältnisse des *Lobus electricus* zu entnehmen, dass das Grösserwerden desselben bedingt ist durch das Wachsen des Protoplasma der einzelnen Zellen, welche ihn bilden, ferner durch die zwischen den colonnenartig angelegten Zellen ziehenden Fasern. Endlich sind es, wie bei den Ganglien erwähnt wurde, die Gefässverzweigungen, von denen dieses Organ

[1] L. c.

reichlich durchzogen wird, welche eine Volumszunahme desselben bedingen, indem jede Ganglienzelle in eine Masche von Capillaren zu liegen kommt.

Die Gefässmaschen stammen von den grösseren Gefässästen, die zwischen dem elektrischen Centralorgane und dem übrigen Nervensysteme liegen. Sie stehen durch diese grösseren Äste in unmittelbarem Zusammenhange mit den Gefässen der umgebenden Hüllen des Nervensystems und denen vom Nervensysteme selbst.

In der Fig. 11 sind die Gefässverzweigungen um die einzelnen Ganglien zu sehen. Der Querschnitt ist von einem Embryo noch innerhalb des Uterus von ungefähr 6 CM. Länge. — Das Organ ist in diesem Entwicklungsstadium so weit ausgebildet, dass es von dem vollständig entwickelten Organe nur wenig verschieden ist. Nur sind die Ganglienzellen bedeutend kleiner und das Organ hat im Ganzen nach den verschiedenen Richtungen um Vieles kürzere Durchmesser als am erwachsenen Thiere. Jene Zellenschichte, welche als einzellige Lage des Nervensystems am Rücken des Embryo zu finden war, konnte in den späteren Stadien in dieser Höhe nicht so deutlich von mir verfolgt werden. Der *Lobus electricus* scheint dem Nervensysteme als eine Ganglienmasse aufzuliegen, die nicht so weit entfernt vom Nervensysteme gerückt ist, als wir es bei den übrigen vorgeschobenen Ganglienmassen beobachteten.

Erklärung der Abbildungen.[1]

Tafel I.

Fig. 1. Ein Längsschnitt durch einen Embryo von *Bufo cinereus* in frontaler Richtung. *G* Ganglien in Verbindung mit dem Nervensysteme. *G* Ganglien, deren Verbindungsstrang nicht in der Schnittfläche liegt. *U* Urwirbelmasse. *M* Musculatur des Rückens. *H* Hornblatt. *C* Centralnervensystem.

„ 2. Sagittalschnitt durch einen Embryo von *Bufo cinereus*. *G* Geruchsgrübchen. *A* Auge, *L* Labyrinthblase, *Gv Ganglion Gasseri*, *Gh* Ganglienmasse des *Ganglion cochleare* und der Ganglien im Gebiete des Fascialis. *C* Centralnervensystem, *E* Epithel des Centralcanals.

„ 3. Ein Schnitt in derselben Richtung in einem um etwas vorgerückten Stadium. *C* Centralnervensystems, *W* weisse, *Gr* graue Substanz desselben, *L* Labyrinthblase, *G cocl. Ganglion cochleare*, *Gv Ganglion Gasseri*. *Gh* Ganglienmasse im Gebiete des Fascialis, *Gz* eine isolirte Ganglienzelle in der Nähe des Auges.

„ 4. Querschnitt durch einen Embryo von *Torpedo marmorata* in der Höhe des Mitteldarmes. *C* Centralnervensystem, *LW* hintere Nervenwurzel, *G Ganglion spinale*, *vW* vordere Nervenwurzel, *N* Nervenstränge, *Ch Chordae dorsalis*, *cut Cuticula chordae*, *Gef* Gefässe.

„ 5. Querschnitt eines Embryo von *Torpedo marmorata* in der Höhe des Gehörorgans. *C* Centralnervensystem, *L* Labyrinthblase, *G Ganglion cochleare*, *Gef* Gefässe, *Ch Chorda dorsalis*.

Tafel II.

„ 6. Durchschnitt durch ein *Ganglion intervertebrale* um die Gefässverästelung zu sehen. *Gz* Ganglienzellen, *Gef* Gefässe.

„ 7. Querschnitt durch den Embryonalleib einer Torpedo in der Höhe des sogenannten elektrischen Centralorgans. *C* Centralnervensystem, *D* einzellige Dorsalwand desselben, *L* Labyrinthbläschen, *LE Lobus electricus*, *M* Muskeldurchschnitt, *Ch Chorda dorsalis*. *Gef* Gefässdurchschnitte; *Md* Mundrachenhöhle, *Kb* Kiemenbögen.

---

[1] Die Abbildungen wurden mit Hilfe eines Deckgläschens als Zeichenapparat ausgeführt. Die nähere Beschreibung hierüber ist im Aufsatze von Radwaner „Über die erste Anlage der *Chorda dorsalis*“ (Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien 1876 LXXIII Bd.) angegeben.

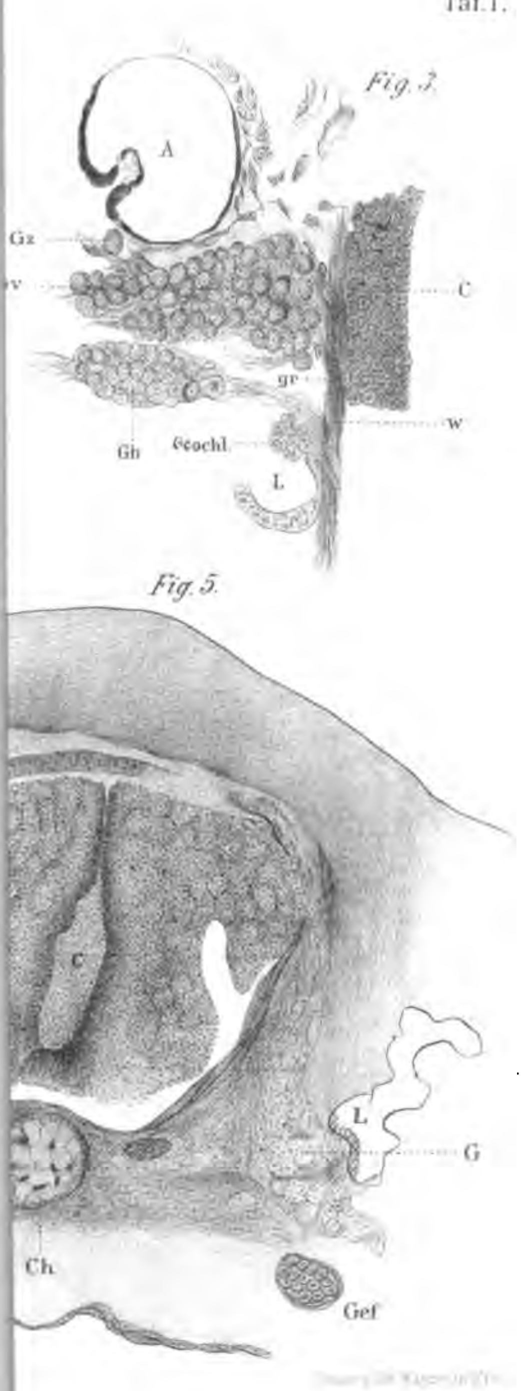
Fig. 8 und 9. Zwei (aufeinanderfolgende) Schnitte in der Höhe des *Lobus electricus* von Embryonen der *Torpedo marmorata*, welche vorgerückter in ihrer Entwicklung waren. *C* Centralnervensystem, *LE Lobus electricus*, *L* Labyrinthblase, *M* Muskelquerschnitte, *Gef* Gefässdurchschnitte, *fz* Nervenfaserzüge, *Ch Chorda dorsalis*.

„ 10. Durchschnitte vom Nervensysteme eines älteren Torpedo-Embryo, *LE Lobus electricus*, *fz* Faserzüge von marklosen Nerven *Gef* Gefässe. *Ch Chorda dorsalis*, *C* Centralnervensystem.

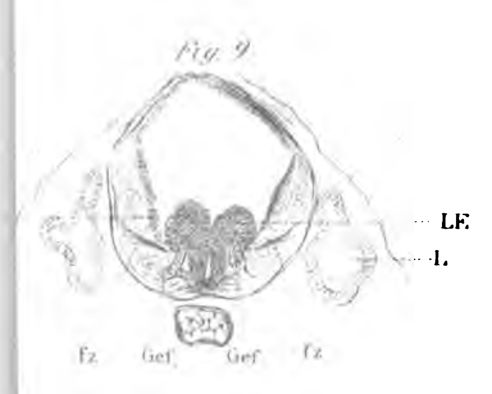
„ 11. Ein ähnlicher Schnitt wie in Fig. 10. Dieselbe Erklärung der Buchstaben.

„ 12. Ganglienzellen vom elektrischen Organe eines Torpedo-Embryo's sammt den Gefässen.

Taf. I.



Taf. II.







XVI. SITZUNG VOM 22. JUNI 1876.

Das k. und k. Ministerium des Äussern übermittelt mit Note vom 18. Juni einen Bericht des k. und k. Consuls Herrn Micksche in Canea über ein am 23. Mai dortselbst stattgefundenes neuerliches Erdbeben.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Beiträge zur Kenntniss des Gesteinsmagnetismus", von Herrn F. Pošepny, Vice-Secretär im k. k. Ackerbau-Ministerium.
2. „Über die Bessel'schen Functionen", von Herrn Prof. L. Gegenbauer in Czernowitz.
3. „Zur Geometrie ähnlicher Systeme und einer Fläche dritter Ordnung", von Herrn Prof. K. Moshammer in Graz.

Ferner legt der Secretär ein von Herrn Dr. C. O. Cech in Berlin eingesendetes versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität vor.

Das w. M. Herr Prof. E. Suess überreicht eine Abhandlung der Herren F. Karrer in Wien und Dr. J. Sinzow in Odessa, betitelt: „Über das Auftreten der Foraminiferengattung *Nubecularia* in dem sarmatischen Sande von Kischenew in Bessarabien."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana. Anales. Tomo XII. Entrega 142. Habana, 1875; 8⁰.

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. X, disp. 1ª—8ª. Torino, 1874—1875; 8⁰.

— Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXIX, Sess. IIIª. Roma, 1876; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. bayer., in München: Sitzungsberichte der philos.-philolog. und histor. Classe. 1875. Bd. II. Heft III und (Supplement-)Heft III, Heft IV. München, 8⁰.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. März 1876. Berlin; 8⁰. — Abhandlungen aus dem Jahre 1874. Berlin. 4⁰. — Fortsetzung der mikrogeologischen Studien von Christian Gottfried Ehrenberg. Berlin, 1875; 4⁰.

— der Naturforscher, kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische Deutsche: Amtliches Organ. XI. Heft, Nr. 1—24, 1875; XII. Heft, Nr. 1—10, 1876. Dresden; 4⁰.

Annales des mines. VIIe Série. Tome VIII. 6me Livraison 1875. Tome IX, 1re Livraison 1876. Paris; 8⁰.

Bern, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1874—1875; 4⁰ & 8⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 12. Wien, 1875; 4⁰.

— Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. XI. Jahrgang, Nr. 9. Berlin, 1875; 8⁰.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXVII. Band, 4. Heft, October—December 1875. Berlin; 8⁰.

— gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VIII. Band, 3. Heft. Dorpat, 1876; 8⁰. — Sitzungsberichte. 1875. Dorpat, 1876; 8⁰.

— Naturforschende, in Danzig: Schriften. N. F. III. Bandes 4. Heft. Danzig, 1875; 4⁰.

— der Wissenschaften, Königl., zu Göttingen: Abhandlungen. XX. Band vom Jahre 1875. Göttingen; 4⁰.

— — Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. LII. Bd. Görlitz, 1876; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 24. Wien, 1876; 4⁰.

Greifswald, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875; 4⁰ & 8⁰.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1874 und 1875; 4⁰ & 8⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift, I. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1876; 4⁰.

Jelinek, C.: Psychrometer-Tafeln für das hunderttheilige Thermometer. 2. Auflage. Wien, 1876; 4⁰.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1874 u. 1875; 4⁰ u. 8⁰.

Landbote, Der steierische. 9. Jahrgang, Nr. 11 & 12. Graz, 1876; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1876, März-April-Mai-Heft. Wien; 8⁰.

Luxardo, Dr. Girolamo Carlo: Sistema di Diritto internazionale in correlazione all'Impero Austro-Ungarico. Vol. 1⁰ Pᵉ 1ᵃ Innsbruck, 1876; 8⁰.

Marburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1874 u. 1875; 4⁰ & 8⁰.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. III. Aflevering. 2. Utrecht, 1875; 8⁰.

Osservatorio, R. della Regia, Università di Torino: Bollettino meteorologico ed astronomico. Anno VIII. (1873). Torino, 1875; gr. 4⁰.

Repertorium für Experimental-Physik für physikalische Technik, mathematische & astronomische Instrumentenkunde. Herausgegeben von Dr. Ch. Carl in München. XII. Bd. 1876; kl. 4⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". Vᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 51. Paris, 1876; 4⁰.

Société géologique de France: Liste des Membres au Mai 1876; 8⁰. — Ordonnance du Roi au palais des Tuileries, le 3 avril 1832; 8⁰.

Society, The Royal of Dublin: Journal, Nr. LXIV. Vol. VII. Dublin 1875; 8⁰.

— The Royal of Edinburgh: Transactions. Vol. XXVII. Part III. For the Session 1874--75; 4⁰. Proceedings. Session 1874—75. Vol. VIII. Nr. 90. 8⁰.

Strassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1874 u. 1875; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1876; 4°.

Wilekens, Dr. M.: Die Rinderrassen Mittel-Europa's. Wien, 1876; 8°.

Würzburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1874—1875; 8°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXVIII. Jahrgang, 5. Heft. Wien, 1876; 4°.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Redigirt von C. G Giebel. Neue Folge. 1875. Band XII. (Der ganzen Reihe XLVI. Band.) Berlin; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XVII. SITZUNG VOM 6. JULI 1876.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 27. Juni zu Berlin erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes der Classe, Herrn Professor Dr. Christian Gottfried Ehrenberg.

Der Secretär theilt die an die kaiserl. Akademie von der Vorbereitungscommission der IX. Session des am 1. September d. J. zu Budapest zu eröffnenden internationalen statistischen Congresses ergangene Einladung zur Betheiligung ihrer Mitglieder an diesem Congresse mit.

Herr Prof. Dr. C. Toldt dankt im Namen des anatomischen Institutes in Prag für die dieser Anstalt bewilligten Publicationen.

Das w. M. Herr Prof. Hering übersendet eine im physiologischen Institute der Prager Universität ausgeführte Arbeit des Herrn cand. med. Wilhelm Biedermann, betitelt: „Zur Lehre vom Baue der quergestreiften Muskelfaser".

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Über die Ursachen der Keratitis nach Trigeminusdurchschneidung" von Dr. Feuer.

Herr Prof. Dr. C. Claus, Director des zoolog.-vergleichend-anatomischen Institutes der Wiener Universität, übermittelt von in diesem Institute ausgeführte Arbeiten, und zwar:

III. „Über *Chondracanthus angustatus* (Heller)", vom stud. phil. Robert v. Schaub;

IV. „Die Geschlechtsorgane von *Squilla mantis* Rond", vom stud. phil. Carl Grobben;

V. „Über das Vorkommen von Ganglienzellen im Herzen des Flusskrebses". vom stud. phil. Emil Berger;

VI. „Zur Kenntniss der Entwicklung von ***Estheria ticinensis*** Bals. Criv.", vom stud. phil. A. Ficker.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. Von Herrn Jakob Zimels in Brody: „Über einen in die höheren Gleichungen gehörigen Satz“.
2. Von Herrn Dr. C. O. Cech eine Arbeit aus dem Berliner Universitäts-Laboratorium betitelt: „Das Trichloralcyanid“.
3. Von Herrn Franz Hočevar, Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien: „Über die Ermittlung des Werthes einiger bestimmten Integrale“.

Das w. M. Herr Dr. A. Boué liest eine Abhandlung über die Fortschritte des Wissens durch Professoren und Privatgelehrte, die Lehre der geognostischen Ländertypen und die Methode der geologischen Muthmassungen a priori.

Das w. M. Herr Hofrath v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn stud. med. Josef Paneth: „Über das Epithel der Harnblase“.

Der Secretär überreicht eine im physikalischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Prof. Josef Plank: „Versuche über das Wärmeleitungsvermögen von Stickstoff, Stickoxyd, Ammoniak und Leuchtgas“.

Herr Th. Fuchs überreicht eine Abhandlung: „Studien über die jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands“.

Herr Prof. Lippmann überreicht drei von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Jos. Hawliczek in Wien ausgeführte Arbeiten, betitelt:

1. „Über das künstliche Bittermandelöl“;
2. „Über die Einwirkung von Benzylidenchlorid auf Zinkstaub“ und
3. „Über das Nitrobenzoyl“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy, The American of Arts and Sciences: Proceedings. Vol. III. New Series. (XI. Whole Series). Boston, 1876; 8°.

American Chemist. Vol. VI, Nrs. 9—10. New York, 1876; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang (1876), Nr. 18 & 19; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik, gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LIX. Theil, 2. Heft. Leipzig, 1876; 8⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LVIe. Nr. 221. Genève, Lausanne, Paris, 1874; 8⁰.

California Academy of Natural Sciences: Proceedings. Vol. V. (1873—1874), Part 3. (1874.) San Francisco, 1875; 8⁰.

Calloud Francesco: Scioglimento del Problema della Quadratura del Circolo. Parma, 1876; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII, Nrs. 23—25. Paris, 1876; 4⁰. — Tables. Second Semestre 1875. Tome LXXXI; 4⁰.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 10 & 11. Berlin, 1876; 8⁰.

— Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahresschrift. X. Jahrgang, 2. & 4. Heft. Leipzig, 1876; 8⁰.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXVIII. Bd., 1. Heft. Berlin, 1876; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 25 & 26. Wien, 1876; 4⁰.

Haeckel, Ernst: Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebenstheilchen. Berlin, 1876; 8⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 26 & 27. Wien, 1876; 4⁰.

Institute, Anthropological, of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. V. Nr. 1 & 2. Juli & October 1875. London; 8⁰. — List of the Members. Juli 1875; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd XIII. 7. & 8. Heft. Leipzig, 1876; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 13. Graz, 1876; 4⁰.

Moennich, P.: Untersuchungen über die scheinbare Ortsänderung eines leuchtenden Punktes. Rostock. 1875; 8⁰.

Moniteur scientifique du D^teur Quesneville. 415e Livraison. Paris, 1876; 4⁰.

Nature. Nrs. 346 & 347, Vol. XIV. London. 1876; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V[e] Année, 2[e] Série, Nr. 52 & Index. VI[e] Année: Nr. 1. Paris, 1876; 4⁰.

Santiago de Chile: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1871—74. Santiago; 4⁰ & 8⁰.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. VII, Parts V—VI. Nrs. 62—63. London, 1875; 8⁰. — List of the Members and Lectures in 1874. London, 1875; 8⁰.

Society, The Royal Astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXVI, Nr. 6—7. London, 1876; 8⁰.

— The Chemical, of London: Journal. Serie 2. Vol. XIII. Mai bis October 1875. London; 8⁰. — List of the Officers and Fellows. London, 1875; 8⁰.

— The Zoological of London: Transactions. Vol. IX. Parts 4—7. London 1875 & 76; gr. 4⁰. — Revised List of the vertebrated animals now or lately living in the gardens of the Zoolog. Society of London. 1872—1874; 8⁰.

Troppau, Handels- u. Gewerbekammer für Schlesien: Industrie Schlesiens im Jahre 1870. Troppau; 8⁰.

Verein, Naturwissenschaftlicher, zu Bremen: Abhandlungen. IV. Bd., 4. Heft; V. Band, 1. Heft. Bremen 1875—1876; 8⁰. — Beilage Nr. 5. Bremen, 1875; 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 26—27. Wien, 1876; 4⁰.

Zink, Joh.: Der Doppelschluss-Taster zur telegraphischen Correspondenz für Mittelstationen. Olmütz, 1876.

Zur Lehre vom Bau der quergestreiften Muskelfaser.

Von Cand. med. **Wilhelm Biedermann.**

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

(Mit 1 Tafel.)

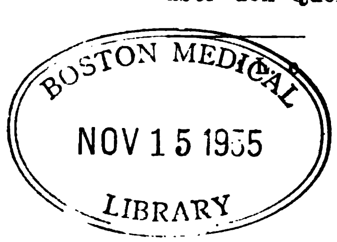
Bereits wiederholt wurde die zwischen den Primitivfibrillen der quergestreiften Muskelfaser gelegene Zwischensubstanz zum Gegenstand genauerer Untersuchungen gemacht; so zunächst von Kölliker[1], dem wir die ersten Mittheilungen über diesen Gegenstand verdanken, und in neuerer Zeit von Sachs[2] und R. Arndt[3], welcher letztere in einer umfangreichen Arbeit „über die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelfaser“ zu beweisen suchte, dass durch die interfibrilläre Substanz der Contact zwischen Muskel und Nerv vermittelt werde, der Art „dass jede einzelne Fibrille mit dem, ihrem Bündel zugehörigen Nerven unmittelbar und für sich zusammenhänge und von ihm besonders beeinflusst werde.“ (l. c. p. 574.) Noch einen Schritt weiter geht J. Gerlach in seiner Abhandlung „über das Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere,“ indem er einen directen Zusammenhang der isotropen Muskelsubstanz mit den intravaginalen Nerven annimmt. Die Grundlage für diese Folgerungen bot Gerlach der Nachweis eines eigenthümlichen Structurverhältnisses der quergestreiften Muskelfaser nach Behandlung mit Gold, das von ihm als „Sprenkelung“ bezeichnet wird und dessen Nachuntersuchung mir wegen der eminenten morphologischen und physiologischen Bedeutung der daraus abgeleiteten Schlüsse nicht ohne Wichtigkeit zu sein schien. Bevor ich jedoch zur Mittheilung

[1] Kölliker. Zeitsch. f. wiss. Zoologie, XVI. Bd. Gewebelehre 1867.
[2] Sachs. Reicherts Archiv 1872.
[3] R. Arndt. Schulzes Archiv IX.

meiner Resultate schreite, möge es mir verstattet sein, in kurzer Übersicht das Wesentlichste der bisherigen Angaben über die interfibrilläre Substanz anzuführen, zu der, wie ich gleich vorweg anführen will, die Sprenkelung oder besser Strichelung in nächster Beziehung steht.

Die ersten und ausführlichsten Beobachtungen über diesen Gegenstand wurden bereits 1866 von Kölliker gemacht[1]. Der quergestreifte Muskelfaden besteht nach ihm aus Fibrillen und einer Zwischensubstanz, durch welche die ersteren in untergeordnete Bündel eingetheilt werden (*Columnae musculares*, Muskelsäulchen), deren Querschnitte die zierliche Mosaik der Cohnheim'schen Felder darstellen. Es besteht sonach das „Muskelsäulchen" aus einer Anzahl von Fibrillen, und auch zwischen letzteren nimmt Kölliker noch eine äusserst dünne Schichte jener Zwischensubstanz an, so dass also jede Primitivfibrille von derselben mantelartig in ihrer ganzen Länge umhüllt wird. Zum Beweis dessen führt Kölliker an, er habe an Querschnitten in Chromsäure erhärteter Muskeln auch die Fibrillenquerschnitte innerhalb der Cohnheim'schen Felder gesehen.

Von der interfibrillären Substanz selbst glaubt Kölliker, dass dieselbe identisch sei mit Kühne's „Muskelplasma"; sie gerinnt in Alkohol und Chromsäure, löst sich dagegen in Wasser und Alkalien; in ihr eingebettet liegen die „interstitiellen Körner," die sich bei allen Wirbelthierclassen oft in sehr grosser Menge vorfinden, dessgleichen auch zwischen den Thoraxfibrillen der Insecten und in den Muskeln des Krebses. Sachs (l. c.) schliesst sich Kölliker an, indem auch er die Fibrille als das eigentliche Primitivelement der Muskelfaser betrachtet. Er spricht ferner (l. c. p. 612) von einer krümlichen Masse, in der die Thoraxfibrillen der Insecten eingebettet liegen und welche von Merkel als Residuum foetaler Zellen gedeutet wird, und gibt ferner an, die Fibrillen seien durch ein halbflüssiges, eiweisshaltiges, die Kerne und interstitiellen Körnerzüge einschliessendes Querbindemittel vereinigt, das nicht gleichmässig über den Querschnitt einer Muskelfaser vertheilt sei, sondern



durch partielle stärkere Ansammlungen Gruppen von Fibrillen abtheile, welche letztere wieder durch eine geringere Ansammlung des Querbindemittels an einander gekittet seien.

Damit stimmen im Allgemeinen auch die Angaben von Arndt überein, welcher besonders die Zwischensubstanz der Insectenmuskeln und die eingelagerten „interstitiellen Körner und Bläschen“ einer eingehenden Betrachtung unterzog. Ich werde auf seine diesbezüglichen Beobachtungen im Verlaufe meiner Arbeit noch zurückzukommen haben und gehe nunmehr zur Beschreibung der Gerlach'schen „Sprenkelung“ an vergoldeten Muskeln über.

Bereits der Erfinder der Goldmethode Cohnheim hatte sich mit deren Anwendung auf die quergestreifte Muskelfaser beschäftigt und hob die energisch reducirende Kraft der Muskelsubstanz hervor. Später haben Krause und Arndt sich ebenfalls der Cohnheim'schen Methode zum Zwecke der Untersuchung der Muskelnerven bedient, ohne jedoch ein der Gerlach'schen Sprenkelung analoges Structurverhältniss gesehen zu haben. In der That, auch mir wollte es trotz der genauen Befolgung der von Gerlach angegebenen Goldmethode (l. c. p. 41) lange nicht gelingen, mich von der Existenz der Sprenkelung zu überzeugen. Erst die von Löwit[1] angegebene Reduction mit Ameisensäure führte mich zum Ziele und verschaffte mir die ersten überzeugenden Bilder an den Muskeln von *Salamandra maculata*.

Man legt ein dünnes Muskelbündel, das noch lebend und zuckungsfähig sein muss, in eine etwas verdünnte Ameisensäure (auf den Grad der Concentration kommt es nicht so genau an), bis es glasig durchscheinend geworden ist, denn erst dann kann man sicher sein, dass die Säure in das Innere jedes einzelnen Muskelfadens eingedrungen ist; nun werden die Muskeln auf 5—10 Minuten in eine 1% Goldchloridlösung gebracht und schliesslich im Dunkeln in einer bedeckten Schale der Wirkung einer ganz schwachen Ameisensäure (1—2 Tropfen auf ein Uhrglas destillirten Wassers) ausgesetzt. Nach 24 Stunden erscheinen die Muskelfasern schön dunkelroth gefärbt und sind

[1] Löwit, Wiener Sitzungsberichte Bd. LXXI. 1875.

jetzt nach sorgfältigem Abspülen mit destillirtem Wasser in Glycerin zu untersuchen. Ist die Reduction gut gelungen, was fast immer der Fall sein wird bei genauer Befolgung der eben gegebenen Vorschrift, so bieten die Muskelfasern in ausgezeichneter Weise die Gerlach'sche Sprenkelung dar. Jede Faser erscheint in ihrer ganzen Dicke durchsetzt von einer Unzahl dunkler, rother bis schwarzer Punkte und Striche (Fig. 3), die, wie Gerlach richtig hervorhebt, an manchen Stellen ganz den Eindruck continuirlicher, oft variköser Fasern machen, so dass eine Verwechslung derselben mit feinsten Nervenfibrillen nicht nur möglich erscheint, sondern sogar nahe liegt. Da das einzig sichere Kriterium für die nervöse Natur besagter Bildungen in dem Nachweis des directen Zusammenhanges mit Nervenfasern gelegen sein dürfte, so gab ich mir lange Zeit hindurch alle Mühe, einen solchen Zusammenhang nachzuweisen, jedoch vergebens.

Gerlach hält trotz dem hier und da „selbst faserähnlichen Eindrucke“ dieser durch Gold gefärbten Elementartheile und ungeachtet des von ihm angenommenen directen Zusammenhanges derselben mit den intravaginalen Nervenfasern, dieselben für die isotropen Bestandtheile der Muskelsubstanz und nicht für Nervenfibrillen.

Allein auch dieser Erklärung stehen, sowohl von physiologischer als morphologischer Seite, wichtige Bedenken gegenüber. Zunächst kommt hier in Betracht der so ungemein regelmässige Bau der quergestreiften Muskelfaser und die scheinbar regellose Anordnung der Sprenkelung. Gerlach meint nun, dass es ausser der gewöhnlichen Lagerung der beiden verschieden brechenden Massetheilchen des Muskels, welche das bekannte quergestreifte Bild bedingen, auch noch eine andere geben müsse, wobei dieselben weniger regelmässig gelagert, mehr „durcheinandergeworfen“ sind, und nimmt weiter an, dass diese Art der Lagerung meist eintrete nach vorhergegangenem Tetanus in seinem „Stadium der günstigen Goldwirkung“. Abgesehen davon, dass ein solches „Durcheinandergeworfensein“ der beiden optisch differenten Bestandtheile der Muskelfaser, das noch dazu unter physiologischen Verhältnissen eintreten soll, weder mit der gegenwärtig fast allgemein angenommenen fibrillären Structur der Muskelfaser in Übereinstimmung gebracht werden kann, noch

auch den bisherigen Beobachtungen über den Contractionsvorgang entspricht, wollte es mir auch niemals gelingen, Muskelfasern aufzufinden, welche zu irgend einer Zeit ihres Absterbens ihrer regelmässigen Structur verlustig geworden wären. Jene Fasern, welche Gerlach zum Beweis seiner Anschauung anführt, halte ich für pathologische und zwar verfettete Muskelfasern, die man ja so oft bei Fröschen findet (vergl. Rindfleisch, path. Gewebelehre, p. 20).

Zudem ist es ganz unrichtig, wenn Gerlach behauptet, man könne die Sprenkelung nur an solchen Muskelfasern hervorbringen, denen jede Spur einer Querstreifung abgeht; ich halte sogar nur jene Präparate für beweisend, welche neben der vollkommen unversehrten Muskelstructur die Sprenkelung zeigen, während im andern Falle die Säurewirkung eine zu intensive war. In dieser Beziehung verweise ich vor Allem auf meine weiter unten folgenden Beobachtungen an vergoldeten Insectenmuskeln, wo das Verhältniss zwischen contractiler Substanz und Zwischensubstanz weit klarer liegt als bei Wirbelthieren.

An solchen wohlgelungenen Präparaten überzeugt man sich nun auch, dass die Anordnung der rothen Punkte und Striche im Innern des Muskelfadens keineswegs so ganz regellos ist, wie es bei flüchtiger Betrachtung den Anschein hat, sondern man sieht dieselben deutlich in regelmässigen parallelen Längsreihen verlaufen, vollkommen entsprechend der schon im frischen Zustande bisweilen deutlich sichtbaren Längsstreifung der Muskelfasern. Die einzelnen Reihen sind von sehr verschiedener Stärke, und es finden sich alle Übergänge von den feinsten, kaum messbaren, blassroth erscheinenden Punktreihen, bis zu ziemlich dicken, meist varikösen Fasern, vom Aussehen und Caliber der Hornhautnerven. Ein einziger Blick auf ein derartiges Präparat genügt, um sich zu überzeugen, dass diese dunklen faserartigen Gebilde der isotropen Substanz durchaus nicht entsprechen können, indem man ja im letzteren Falle eine Folge abwechselnd dunkel gefärbter (isotroper) und hell gebliebener anisotroper) Querlinien, nicht aber dunkle Längslinien, welche durch ungefärbte Züge getrennt sind, sehen müsste.

Es ist somit, wie ich glaube, durch den Nachweis der Sprenkelung bei vollkommen erhaltener

Querstreifung der Beweis geliefert, dass jene nicht durch die Reduction seitens der isotropen Substanz bedingt sein könne.

Ganz derselbe Einwand wurde in jüngster Zeit von Ewald[1] gemacht, ohne dass es ihm jedoch gelungen wäre, die wahre Ursache der Sprenkelung aufzufinden.

Eine andere Angabe Gerlach's von nicht minderer Bedeutung, wie die eben behandelte, bezieht sich auf den Zusammenhang der Sprenkelung mit den intravaginalen Nerven. War es nun schon vom theoretischen Standpunkte aus nicht wahrscheinlich, dass eine Muskelfaser eine so ungeheure Menge feinster Nervenfasern enthalten sollte, wie es ja doch der Fall sein müsste, wenn die Sprenkelung entstanden wäre durch feinste zwischen den Muskelfibrillen gelegene Nervenelemente, so ist es andererseits nach den übereinstimmenden Angaben von E. Fischer[2] und Aug. Ewald (l. c.) nicht möglich gewesen, einen Zusammenhang zwischen den intramusculären Verzweigungen des Axencylinders und der Sprenkelung nachzuweisen; auch meine diesbezüglichen Bemühungen waren vergeblich. Ich verkenne nun durchaus nicht die Schwierigkeiten, welche der Untersuchung so subtiler Structurverhältnisse entgegenstehen und die nach Gerlach's eigener Angabe sehr gross sind, allein so ganz verborgen hätte bei der Verschiedenheit der angewendeten Methoden ein solcher Zusammenhang, wenn wirklich vorhanden, denn doch nicht bleiben können.

Nebenbei will ich bemerken, dass es mir auch nicht gelungen ist, mich von der Existenz des „intravaginalen Nervennetzes“ (der Art wie es Gerlach in Fig. 11 und 12 seiner Abhandlung abbildet) zu überzeugen, und schliesse ich mich in dieser Beziehung vollkommen den, die alten Kühne'schen Anschauungen bestätigenden Angaben Fischer's und Ewald's an.

Aus dem Vorstehenden scheint mir nun mit ziemlicher Gewissheit hervorzugehen, dass die durch Gold darstellbare Sprenkelung der quergestreiften Muskelfaser weder auf die reducirende Wirkung der isotropen Substanz wird zurückgeführt

---

[1] Ewald. Pflügers Archiv XII.

[2] E. Fischer. Med. Centralblatt 1876. Nr. 20.

werden dürfen, noch auf etwaige letzte Ausbreitungen des zutretenden motorischen Nerven.

Somit erscheint es ziemlich nahe liegend, anzunehmen, dass es eine zwischen den einzelnen Primitivfibrillen gelegene Substanz sei, welche sich durch eine starke reducirende Wirkung auf die Goldsalze vor den übrigen Bestandtheilen des Muskelfadens auszeichnet. Mit einem Worte, wir hätten in der reducirenden Wirkung der seit lange bekannten interfibrillären Substanz (des Querbindemittels der Fibrillen) eine einfache Erklärung der Sprenkelung zu suchen. Dass diese Auffassung nun in der That die richtige sei, lehrt vor allem Andern die Betrachtung von Querschnitten vergoldeter Muskelfasern. In einem nach der oben beschriebenen Methode angefertigten Präparate wird es bei einem leichten Druck auf das Deckgläschen in den meisten Fällen leicht gelingen, das freie Ende der einen oder andern Muskelfaser derart umzubiegen, dass der Querschnitt nach oben sieht, was durch eine gewisse Klebrigkeit der vergoldeten Fasern wesentlich erleichtert wird. Ich habe ein derartiges Bild in Fig. 1 wiederzugeben versucht, nach einem Präparat von *Salam. maculata*, deren Muskeln sich nach denen der Eidechse wohl am besten zur Demonstration der zu beschreibenden Verhältnisse eignen. Man sieht zunächst am Querschnitt die Cohnheim'schen Felder mit grösster Klarheit hervortreten als eine zierliche Mosaik farbloser, roth contourirter Polygone. Die rothen Grenzlinien erscheinen jedoch nicht an allen Stellen gleich dick, sondern man bemerkt, dass hier und da, und zwar besonders in den Eckpunkten mehrerer zusammenstossender Polygone eine stärkere Anhäufung jener dunkel gefärbten Substanz stattfindet, deren Fortsetzung in die Tiefe man an vielen Stellen leicht wahrnehmen kann. Ist diese Substanz nur an den Kanten der „Muskelsäulchen" (als deren Querschnitte ich mit Kölliker und Sachs die Cohnheim'schen Felder auffasse) in grösserer Menge vorhanden, wie ich dies besonders schön bei der Eidechse beobachtete, so erinnert das ganze Bild lebhaft an jene Figur, welche Löwit in seiner Abhandlung „über die Nerven der glatten Musculatur" (l. c.) von den Querschnitten der feinsten Nervenfibrillen in der Darmmuscularis gibt. So sehr nun auch solche Bilder für die Deutung dieser Gebilde als Nervenfasern zu sprechen scheinen,

so überzeugt man sich bei genauer Prüfung vieler derartiger Präparate gleichwohl leicht, dass man es nur mit der, die einzelnen Fibrillenbündel verkittenden Zwischensubstanz zu thun habe, die sich allein mit Gold gefärbt hat, während die contractile Muskelsubstanz vollkommen farblos geblieben ist. Die Vertheilung dieses Querbindemittels ist nun keineswegs eine ganz gleichmässige, wie dies ja bereits von Kölliker und Sachs gezeigt wurde, auf deren oben citirte Angaben ich mich daher berufe. Nun erst wird auch das Flächenbild der vergoldeten Muskelfaser vollkommen verständlich, indem die an den Kanten und hier und da auch an den Flächen der Muskelsäulchen in grösserer Menge angehäufte Zwischensubstanz je nach ihrer Mächtigkeit das Bild rother oder schwarzer Fasern vortäuscht, welche parallel der Längsaxe den Muskelfaden in seiner ganzen Dicke zu durchsetzen scheinen. Dass nun wirklich nur die Zwischensubstanz die Fähigkeit besitzt, Goldsalze zu reduciren, geht mit Bestimmtheit aus dem eben geschilderten Verhalten des Querschnittes hervor, während die scheinbar diffuse rothe Färbung, welche die vergoldete Muskelfaser von der Fläche gesehen darbietet und von der sich die Sprenkelung durch ihre dunklere, fast schwarze Farbennuance abhebt, lediglich aus der Übereinanderlagerung der einzelnen, mehr weniger gefärbten Scheidewände der Muskelsäulchen resultirt. Wenn ich hier den Ausdruck „Scheidewände" gebraucht habe, so soll damit nicht etwa das Vorhandensein wirklicher, die Fibrillenbündel trennender Membranen behauptet werden, welche wie ein Fachwerk die Muskelfaser durchziehen würden, sondern nur die Anwesenheit einer, die Primitivfibrillen bündelweise umschliessenden, gerinnbaren Zwischensubstanz. Ob nun diese Zwischensubstanz, wie Kölliker glaubt, auch zwischen den Elementen eines Muskelsäulchens, also zwischen den einzelnen Primitivfibrillen, in einer, wenn auch verschwindend kleinen Menge, vorhanden sei, muss ich wenigstens für die Muskeln der Wirbelthiere dahingestellt sein lassen, da es mir niemals, auch nicht mit Hülfe der stärksten Systeme gelungen ist, innerhalb der farblosen Cohnheim'schen Felder Andeutungen einer weiteren Structur aufzufinden. Dagegen boten mir die Muskel des Krebses, welche sich sonst in allen Stücken denen der Wirbelthiere analog verhielten,

für obige Anschauung einige Anhaltspunkte dar, indem, allerdings nur auf dem Flächenbilde, eine bisweilen sehr feine rothe Längstrichelung darauf hinzudeuten schien, dass hier auch zwischen den Primitivfibrillen innerhalb der Muskelsäulchen sich Goldniederschläge gebildet hatten (Fig. 6).

Die Muskelsäulchen, und folglich auch deren Querschnitte (die Cohnheim'schen Felder) werden um so kleiner, je weiter man in der Reihe der Wirbelthiere hinauf steigt, wobei jedoch im Übrigen die Vertheilung der Zwischensubstanz keine wesentlichen Änderungen erleidet. Das Unregelmässige derselben ist wohl am Deutlichsten an den Muskelfasern des Frosches wahrzunehmen, wo man bisweilen förmliche Spalten ausgefüllt mit Zwischensubstanz und eingelagerten Kernen vorfindet (Fig. 2). Ich glaube nicht, dass man derartige Befunde wird als Kunstproducte deuten können, umsoweniger, als es leicht gelingt, an Krebsmuskeln schon im frischen Zustande analoge Beobachtungen zu machen.

Nachdem ich mich von dem eben geschilderten Verhalten der Zwischensubstanz an Wirbelthiermuskeln hinreichend überzeugt hatte, suchte ich die erhaltenen Resultate auch an den Muskelfasern der wirbellosen Thiere, und zwar zunächst der Insecten und Crustaceen zu prüfen, da sich diese bekanntlich durch ihren Reichthum an Zwischensubstanz auszeichnen und andererseits den fibrillären Bau mit grösster Deutlichkeit erkennen lassen.

Die ausführlichsten Angaben über die interfibrilläre Substanz der Insectenmuskeln macht Arndt in seiner oben erwähnten Abhandlung, bezüglich deren Details ich auf die Originalarbeit verweise. Ich will nur erwähnen, dass sich auch Arndt einer allerdings sehr unvollkommenen Goldmethode bei seinen Untersuchungen bediente und bereits aufmerksam machte auf die stark reducirende Wirkung der Zwischensubstanz bei manchen Käfermuskeln (l. c. p. 505).

Der Zufall führte mich gleich Anfangs auf ein Object, das alle jene Verhältnisse, welche die Muskelfasern der Wirbelthiere nur schwierig und erst nach Vergleichung vieler Präparate erkennen lassen, mit einem Male in grösster Klarheit darbietet. Es sind dies die Thoraxmuskeln der Hymenopteren und insbesondere jene von Bombus. Versucht man ein Bündel dieser nur

lose zusammenhängenden Fibrillen frisch in $^1/_2$% Kochsalzlösung oder in Eiweiss zu isoliren, so wird man sich zunächst von der grossen Leichtigkeit überzeugen, mit der dies gelingt. Zugleich sieht man eine Unzahl kleiner Körner das ganze Gesichtsfeld verdunkeln, deren normale Lage zwischen den sehr breiten und deutlich quergestreiften Fibrillen man jedoch am frischen Präparate nicht immer leicht constatiren kann.

Vergoldet man nun nach meiner oben beschriebenen Methode einige Bündel der dem lebenden Thier entnommenen Thoraxmuskeln, so wird es bei einiger Vorsicht nicht schwierig sein, Präparate zu erhalten, welche das Bild der Fig. 4 darbieten. Man sieht, wie die einzelnen farblosen Primitivfibrillen mit vollkommen erhaltener Structur getrennt werden durch ziemlich breite Schichten einer dunkelroth gefärbten Zwischensubstanz, in welcher sich Kerne in regelmässigen Längsreihen angeordnet befinden, wodurch das ganze Flächenbild ein äusserst zierliches Aussehen gewinnt. Der Querschnitt bietet das schon bekannte Bild farbloser dunkelroth contourirter Polygone dar, nur sind hier wegen der grösseren Menge von Zwischensubstanz die Grenzen der einzelnen Felder relativ sehr breit, und in den Eckpunkten bemerkt man hier und da die Querschnitte der „interstitiellen Körner". (Kölliker.)

Noch muss ich erwähnen, dass hier die Cohnheim'schen Felder nicht dem Querschnitt eines Fibrillenbündels, sondern in der That einer einzigen Primitivfibrille entsprechen, eine Thatsache, die schon von E. Grummach 1871 in einer Dissertation hervorgehoben wurde, indem er den Unterschied zwischen den sogenannten gelben Insectenmuskeln und den übrigen Muskeln darin findet, dass bei ersteren die Begriffe *Columna muscularis* und Fibrille identisch sind. Ein dem geschilderten ähnliches Verhalten zeigen auch die Thoraxmuskeln aller anderen von mir untersuchten Insecten (Musciden, Lepidopteren, Coleopteren), wogegen die Vertheilung der interfibrillären Substanz bei *Astacus fluv.* fast ganz mit der entsprechenden im Wirbelthiermuskel übereinstimmt. Die Primitivfibrillen sind hier von ziemlicher Dicke, dessgleichen die Muskelsäulchen, wesshalb auch am Querschnitte die Cohnheim'schen Felder mit besonderer Klarheit hervortreten (Fig. 5). Auch hier bemerkt man oft eine

stärkere Anhäufung von Zwischensubstanz in den Eckpunkten der Felder, und wie beim Frosch durchzieht ein förmliches Canalsystem, das mit Zwischensubstanz und Kernen gefüllt erscheint, die Muskelfasern in ihrer ganzen Länge, wodurch auf dem Querschnitt wieder Gruppen Cohnheim'scher Felder gebildet werden. Das Flächenbild vergoldeter Krebsmuskeln zeigt oft deutlich die Gerlach'sche Sprenkelung (Fig. 6), was bei der grossen Übereinstimmung im Bau beider Muskelarten nichts Auffallendes hat, auch habe ich diese Bemerkung nur desshalb hier eingeschaltet, weil Gerlach (l. c. p. 53) anführt, es sei ihm durchaus nicht gelungen, an Insectenmuskeln etwas der Sprenkelung Analoges aufzufinden.

Schliesslich will ich mir nur noch einige Worte über die Angabe Ewald's (l. c.) erlauben, dass die Sprenkelung mit der fettigen Degeneration der Muskelfasern zusammenhänge. Ein Beweis gegen diese Anschauung schien mir schon darin gelegen, dass bei völliger Beherrschung der Methode alle Muskelfasern ohne Ausnahme die Sprenkelung zeigten und nicht, wie Ewald fand nur die schmalen, welche in der That häufiger Einlagerungen feiner Fettkörnchen enthalten, als die breiten Fasern; andererseits will ich auch hervorheben, dass gerade die Fetttröpfchen sich mit Gold gar nicht färbten und durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen in allen Fällen von der dunkel gefärbten Zwischensubstanz, in der sie eingebettet liegen, deutlich zu unterscheiden waren. Dass übrigens die interfibrilläre Substanz dem fettigen Zerfall zunächst anheimfällt, wurde bereits von Kölliker (l. c.) angegeben. Eine andere Angabe Ewald's scheint mir dagegen in der That sehr viel Wahrscheinlichkeit zu besitzen, dass nämlich möglicherweise das intravaginale „Nervennetz" Gerlach's zurückgeführt werden könne auf eine eigenthümliche Anordnung der „Sprenkelung", resp. der gefärbten Zwischensubstanz. Wenn eine Muskelfaser dem Beobachter weder den reinen Querschnitt noch auch das Flächenbild zuwendet, sondern sich in einer Art Mittelstellung befindet, indem man auf eine Ebene eingestellt hat, welche die Längenaxe der Faser unter einem ziemlich spitzen Winkel schneidet, so kann es geschehen (besonders bei einem leichten Druck mit dem Deckglas), dass die dunkle Zwischensubstanz eine deutlich netzförmige

Anordnung zeigt. Ich habe einen solchen Fall in Fig. 7 dargestellt.

Was nun endlich die physiologische Bedeutung der Zwischensubstanz betrifft, so will ich nur erwähnen, dass bereits Sachs (l. c.) dieselbe mit den Ernährungsvorgängen der Muskelfaser in Zusammenhang bringt. Er spricht sich darüber folgendermassen aus: „Da zwischen den einzelnen Primitivbündeln Capillaren, resp. Tracheenäste verlaufen, so dient das Sarcolemm jedenfalls auch zur Vermittelung des Stoffwechsels. Durch die Molecularlücken der Membran hindurch findet endosmotisch der Austausch der neu zugeführten und der schon verbrauchten Stoffe und Gase statt. Das neu zugeführte Material wird zunächst von dem flüssigen Querbindemittel (Zwischensubstanz) in Lösung genommen, welches vom Sarcolemm umschlossen die Fibrillen umspült. Auch meint Sachs, dass die Todtenstarre der Muskeln wesentlich mit bedingt sei durch Gerinnung der eiweisshaltigen Zwischensubstanz. Auf diesen Umstand möchte ich auch die Thatsache zurückführen, dass es mir nie oder sehr unvollkommen gelang, an todtenstarren Muskelfasern die Sprenkelung hervorzurufen, was wohl auf eine mangelhafte Aufnahme des Goldsalzes seitens der Zwischensubstanz hindeutet. Das oft variköse Aussehen der Zwischensubstanz an vergoldeten Muskelfasern fasse ich ebenfalls als Gerinnungserscheinung auf, hervorgebracht durch die Einwirkung der Säure.

Leo Gerlach[1] erwähnt in seiner jüngsten Abhandlung eines eigenthümlichen Verhaltens der quergestreiften Muskelfasern an Fröschen, die durch mehrere Tage mit Indigcarmin behandelt worden waren. Dieselben zeigen nämlich besonders nach dem Sehnenende zu eine blaue Sprenkelung, welche durch die Aufnahme von Indigo bedingt wird und oft deutlich eine reihenweise Anordnung zeigt. „Diese Reihen blauer Körnchen liegen zwischen den Muskelprimitivfibrillen und sind an den äussersten Spitzen der Muskelfaser so massig entwickelt, dass durch sie die quergestreifte Substanz gänzlich verdeckt wird“. Es ist nun nicht schwer, in dieser Erscheinung ein Analogon der

[1] Leo Gerlach. Über das Verhalten des indigschwefelsauren Natrons im Knorpelgewebe lebender Thiere. Habilitationsschrift 1876.

Goldsprenkelung zu erblicken, mit dem Unterschiede, dass die letztere auf der Färbung der Zwischensubstanz selbst beruht, während das Indigosalz offenbar in gelöster Form (durch Diffusion) von der Zwischensubstanz aufgenommen und erst nachträglich (durch den absoluten Alkohol) in Gestalt von Körnchen niedergeschlagen wurde. Es scheint mir nun, dass diese Beobachtung von Leo Gerlach der oben erwähnten Ansicht von Sachs eine wesentliche Stütze geliefert hat, indem so auch auf experimentellem Wege nachgewiesen erscheint, dass „dem interfibrillären Protoplasma die Rolle zufällt, für die Ernährung der contractilen Substanz Sorge zu tragen". Ich habe diese Versuche von Leo Gerlach wiederholt und für die Muskelfasern des Frosches durchaus bestätigt gefunden; leider wollte es mir nicht gelingen, an den viel geeigneteren Krebsmuskeln dieselben Resultate zu erzielen, da die Krebse eine längere Einwirkung des Indigcarmins durchaus nicht zu vertragen scheinen.

Fasse ich zum Schlusse die Resultate der vorstehenden Arbeit zusammen, so ergibt sich:

1. Die durch Goldsalze darstellbare „Sprenkelung" oder Strichelung (der quergestreiften Muskelfaser) beruht auf der durch die reducirende Wirkung der interfibrillären Substanz bedingten Färbung derselben.

2. Die contractile quergestreifte Muskelsubstanz, d. i. die Primitivfibrille, bleibt bei Behandlung mit Goldsalzen unter allen Verhältnissen ungefärbt.

3. Gerlach's „intravaginales Nervennetz" konnte ich nicht nachweisen, sondern fand bei Batrachiern nur die bekannte Kühne'sche Endausbreitung des zutretenden Nerven, bei den übrigen Wirbelthieren dagegen das Vorhandensein von Endplatten bestätigt.

4. Ein Zusammenhang der „Sprenkelung" mit intravaginalen Nerven ist nirgends, weder bei Wirbelthieren noch bei Insecten zu constatiren.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren hat man sich die Contouren der Cohnheim'schen Felder roth, die gröberen Anhäufungen von Zwischensubstanz dunkler. fast schwarz zu denken.

Fig. 1. *Salamandra maculata:* Querschnittsbild einer vergoldeten Muskelfaser; man sieht zwischen den blassroth contourirten Cohnheim'schen Feldern hier und da stärkere Anhäufungen dunkel gefärbter Zwischensubstanz, besonders in den Eckpunkten der Felder, d. i. an den Kanten von Kölliker's „Muskelsäulchen“, wodurch am Längsschnitt (*b*) das Bild dunkler variköser Fasern hervorgebracht wird. (Vergr. $^1/_{400}$.)

Fig. 2. *Rana esculenta:* Querschnittsbild. Die Zwischensubstanz ist hier besonders massig in spaltenförmigen Lücken angehäuft, in denen auch die Muskelkerne liegen. (Vergr. $^1/_{400}$.)

Fig. 3. *Rana esculenta:* Flächenbild einer vergoldeten Muskelfaser mit der Gerlach'schen Sprenkelung und vollkommen erhaltener Querstreifung. (Vergr. $^1/_{400}$.)

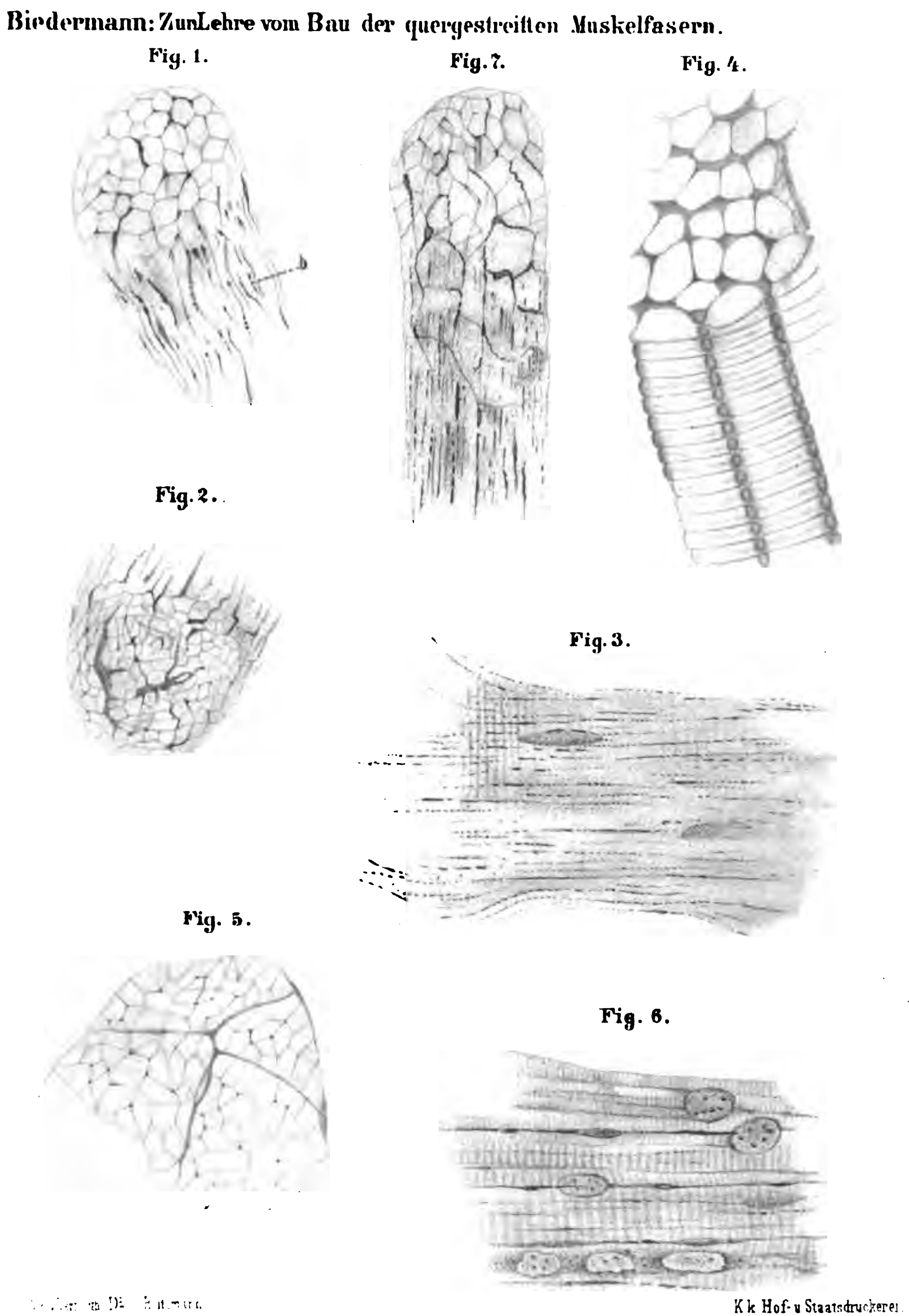
Fig. 4. *Bombus terrestris:* Fibrillenbündel aus der Thoraxmusculatur (vergoldet). Die Zwischensubstanz sehr stark entwickelt, in ihr eingebettet liegen die „interstitiellen Körner“ in zierlichen Längsreihen zwischen je zwei ungefärbt gebliebenen Fibrillen.

Fig. 5. *Astacus fluviatilis:* Querschnitt. In den Eckpunkten der Cohnheim'schen Felder stärkere Anhäufungen der Zwischensubstanz.

Fig. 6. *Astacus fluviatilis:* Flächenbild einer vergoldeten Muskelfaser mit gut erhaltener Querstreifung und deutlich ausgeprägter „Strichelung“.

Fig. 7. *Rana esculenta:* Muskelfaser (vergoldet). Vergl. d. Text.

Biedermann: Zur Lehre vom Bau der quergestreiften Muskelfasern.



K k Hof- u Staatsdruckerei.

Untersuchungen über die Ursache der Keratitis nach Trigeminusdurchschneidung.

(Mit 1 Tafel.)

Von Dr. **N. Feuer**,
Privatdocenten in Klausenburg.

(Aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien.)

Es sind nun 52 Jahre her, dass Magendie die Aufmerksamkeit der Physiologen auf eine Hornhautentzündung lenkte, die der Durchschneidung des Trigeminus regelmässig folgt; aber dieses halbe Jahrhundert hat auf die Frage über den Zusammenhang dieser beiden Facta noch keine befriedigende Antwort gebracht, obwohl Physiologen und Kliniker, jene auf dem Wege des Experimentes, diese auf dem der Casuistik, sich um die Lösung dieses Räthsels bemühten. Da die diesbezügliche Literatur in den neueren Publicationen über diesen Gegenstand genugsam besprochen wurde, so kann ich mich in Folgendem auf eine blosse Skizzirung der Hauptphasen dieser Discussion beschränken.

In den ersten Jahrzehnten nach der Entdeckung der „*Keratitis neuroparalytica*" hielt alle Welt an dem Glauben fest, dass die Durchschneidurng des *N. trigeminus* einen directen schädlichen Einfluss auf die Ernährung der Cornea übe, oder mit anderen Worten: dass der Durchschneidung resp. Lähmung des Trigeminus ohne jedes weitere Accidenz, also unvermittelt die Keratitis auf dem Fusse folge, wenn auch über das „wesshalb" die Ansichten verschieden waren. Erst im Jahe 1857 trat Snellen mit der Behauptung auf, dass die vermeintliche *Keratitis neuroparalytica* nichts anderes als eine *Kerat. traumatica* sei, und wenn auch die zur Hintanhaltung derselben empfohlene Vernähung der Lidspalte selbst dann sich nicht als unfehlbar erwies, als auch das Ohr zu Hilfe genommen

wurde, so hatte denn doch die neuropathologische Ansicht einen harten Stoss erlitten durch die Erfahrung, dass durch die Snellen'sche Methode die Entstehung der Keratitis wenigstens manchmal hintangehalten, sehr oft aber verzögert werde. Man sprach daher nur mehr von einer „verminderten Widerstandsfähigkeit" des Auges gegen äussere Einflüsse. (Schiff[1]) Büttner[2] und Meissner[3] nahmen 1863 die Versuche wieder auf, und ihnen gelang es in der That, in einem vor das Auge genähten geschlossenen Cylinder das Präservativ gegen die *Keratitis neuroparalytica* zu finden. Nichtsdestoweniger fühlten sich diese Forscher durch zwei Fälle, auf die wir später noch zu sprechen kommen werden, bewogen, die medialsten Fasern des beim Kaninchen vereinigten ersten und zweiten Astes des *N. trigeminus* als trophische Fasern anzusprechen, nach deren Durchschneidung die Cornea äusseren Reizen gegenüber weniger widerstandsfähig wäre, eine Ansicht, der später auch Merkl[4] und Eckhardt[5] beigetreten sind.

War es schon Büttner gelungen, auch durch eine vor das Auge genähte Drahtkapsel den Eintritt der Keratitis auf mehrere Tage hinauszuschieben (er scheint nur einen diesbezüglichen Versuch gemacht zu haben), so zeigte Snellen[6] und nach ihm Senftleben[7], dass durch die Drahtkapsel (Pfeifendeckel) die Keratitis beliebig lange hintangehalten werden könne; folglich, schliessen diese beiden Autoren, kann weder die Verdunstung der von den Lidern nie bestrichenen Cornea, noch der auf dieselbe gelangende Staub — gegen welch' beide das Drahtnetz ja nicht schützt — als Ursache der Keratitis angesprochen werden, sondern es müssen ganz respectable Traumen, wie Stösse, Reiben an rauhen Gegenständen sein, die auf das seiner Sensibilität beraubte Auge ungehindert einwirken können,

---

[1] Schiff: Lhrb. d. Physiolog. d. Menschen. 1859, p. 388.
[2] Zeitschr. f. d. rat. Medicin (3) XVI.
[3] Ibidem (3) XXIX.
[4] Merkl: Unters. aus d. anat. Instit. zu Rostock, 1874.
[5] Centralblatt für med. Wissenschaft, 1873, p. 548.
[6] Verlag van het Niederlandsch. gasthuis voor ooglijders. 1866.
[7] Virchow's Archiv 64, 1.

und hier die Ernährungsstörung erzeugen. Snellen und Senftleben haben das unempfindliche Auge auch direct gereizt, aber für die Annahme einer verminderten Widerstandsfähigkeit desselben keinen Anhaltspunkt gefunden.

Eberth[1] und Balogh[2] endlich schlugen andere Pfade ein und hielten die in der entzündeten Cornea vorgefundenen Mikrokokken als die einzigen Erreger der Entzündung. Nicht unerwähnt kann ich auch lassen, dass Claude Bernard noch in seinem jüngsten Werke[3] bei seiner Ansicht beharrt, dass die Ernährungsstörung des Auges nach der Trigeminusdurchschneidung durch den Ausfall der dilatatorischen Gefässnerven bedingt sei.

Im verflossenen Winter habe ich im Institute für experimentelle Pathologie in Wien eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand gemacht und dabei auch die mikroskopischen Verhältnisse der in Rede stehenden Keratitis sorgfältig studirt. Ich habe, wie die meisten bisherigen Experimentatoren, meine Versuche ausschliesslich an Kaninchen angestellt und dabei anfangs den Gang der oben skizzirten Discussion eingehalten. Nach einigen sich selbst überlassenen Fällen ging ich also an die verschiedenen Methoden, die bisher zur Verhütung der Keratitis empfohlen wurden. Zunächst machte ich eine einfache Vernähung der Lidspalte zwei Stunden nach der Durchschneidung des Trigeminus, während welcher Zeit das Thier ruhig auf dem Tische gestanden war. Ich legte nach den hiefür geltenden Regeln die Nähte sehr oberflächlich, aber auch etwas entfernt vom Lidrande ein, obwohl ich nach den alltäglichen klinischen Erfahrungen an eine vom Lide auf die Cornea übergreifende Reizung nicht glauben konnte. Nach 48 Stunden wurden die Näthe entfernt; die Lidränder zeigten sich einwärts gestülpt, aus der Lidspalte ergoss sich eine grössere Menge rahmähnlichen eiterigen Secretes, und die Cornea hatte in ihrem Centrum eine intensive, scheiben-

---

[1] Eberth: Centralblatt f. medic. Wissensch. 1873, Nr. 32.
[2] Balogh: Ibidem 1876 Nr. 6 und Orvosi hetilap 1876, Nr. 1—3.
[3] Cl. Bernard: Leçons sur la chaleur animale, 1876, p. 237.

förmige, in den tieferen Schichten derselben liegende Trübung von der Grösse einer kleinen Linse, mit saturirterem Rande und einem Hofe, der in allmählig abnehmender Intensität allseitig bis zum Limbus sich erstreckte; ein Substanzverlust (Geschwür) war nicht vorhanden. Nachdem die Cornea behufs mikroskopischer Untersuchung versilbert worden war, wurde das Thier getödtet, und die Section zeigte den Trigeminus hinter dem Ganglion[1] ganz durchschnitten. Auf die Bedeutung dieses Falles und den mikroskopischen Befund desselben werden wir später noch zu sprechen kommen.

Da sich die Lidvernähung auch den anderen Experimentatoren nicht bewährt hatte und selbst von Snellen fallen gelassen worden war, hielt ich mich auch nicht länger bei dieser Methode auf, sondern ging sogleich auf die anderen über. Von den drei Thieren, denen ich vor die offen gelassene Lidspalte das Ohr nähte, verendete das erste nach 30 Stunden mit ganz intacter Cornea; bei dem zweiten fand sich am folgenden Tage der obere einwärts gebogene Rand des Ohrlappens auf dem oberen Theil der Cornea liegend, dieser selbst intensiv getrübt, und den dritten Fall endlich erlaube ich mir in extenso mitzutheilen:

8/I. 1876. Einem nicht ganz ausgewachsenen Kaninchen den rechten Trigeminus durchschnitten und vor die offen gelassene Lidspalte das Ohr genäht.

10/I. Die Cornea vollkommen rein, glänzend. Das Ohr jetzt nur so vorgenäht, dass es in einem spitzen Winkel zur Körperachse steht, also dem Auge wohl als Fühler dient, dasselbe aber nicht vollkommen deckt.

11/I. Im Centrum der Cornea, doch mehr nach oben sich erstreckend, eine etwa zweimal hanfkorngrosse, oberflächliche graue Trübung mit verwaschenem Rande. Es wird ein auf einem Korkringe befestigtes Uhrglass (als Ersatz für den Büttner'schen Cylinder) vorgenäht.

---

[1] Ich gebrauche hier den Ausdruck: vor und hinter dem Ganglion nach der topographischen Lage.

12/I. Das Uhrglas innen feucht, die Keratitis vielleicht etwas stärker. Uhrglas wieder vorgenäht.

13/I. Das Thier hatte sich heute Morgens das Uhrglas abgestreift und blieb etwa drei Stunden lang mit freiem Auge; die Keratitis nur um ein Geringes stärker. Uhrglas abermals vorgenäht.

14/I. Die Trübung der Cornea intensiver, gelblich-grau, linsengross, mit seinem Hofe aber sich über die ganze Cornea verbreitend.

Nachdem die Hornhaut versilbert worden war, wurde das Thier getödtet, und es zeigte sich der Trigeminus vor dem Ganglion ganz durchschnitten.

Nun folgten die Versuche mit dem (türkischen) Pfeifendeckel, und obwohl ich das ohnehin ziemlich weitmaschige Drahtnetz desselben durch Ausschneiden grösserer Löcher noch bedeutend lichtete; obwohl ich das Thier auf Sand, Kohlenstaub und Sägespäne setzte und in dem Kasten, in dem das Thier sich befand, Staub aufwirbelte — so habe ich doch bei den zahlreichen so behandelten Fällen nie eine Keratitis gesehen. Ich muss dabei von einem Falle absehen, bei dem am dritten Tage am Rande des Unterlides, nahe dem innern Augenwinkel sich eine Kruste ansetzte, die die Cornea an dieser Stelle scheuerte, exfoliirte und im leichten Grade trübte.

Gleich günstige Erfolge wie mit dem Drahtdeckel hatte ich auch mit einem einfachen, vor das Auge genähten Korkringe.

Um mir nun auch über die Widerstandsfähigkeit der Cornea nach Durchschneidung des Trigeminus ein selbstständiges Urtheil zu bilden, reizte ich beide Augen in möglichst gleichem Grade — das der operirten Seite war natürlich mit einem Deckel versehen — und ich bin damit zu demselben Resultate gelangt, wie Snellen und Senftleben. Ich ritzte in einem Falle beide Augen ganz erheblich, ohne dass eine Reaction eingetreten wäre; ich führte beiderseits einen Seidenfaden durch die ganze Dicke der Cornea und liess die Enden frei hängen. Es entstand nur an den Stichstellen eine umschriebene Infiltration, die zufälliger Weise an dem empfindlichen Auge intensiver war. Der Trigeminus war im vorderen Theile des Ganglion ganz durchschnitten. — In einem anderen Falle vernähte ich,

nachdem die Nickhaut an der nicht operirten Seite ausgeschnitten worden war, — da ja auch die des unempfindlichen Auges nie vorgeschoben wird, — die Lidspalte beider Augen mit starken Fäden, die durch die ganze Dicke der Lider gezogen wurden, so dass die Cornea von denselben insultirt werden musste. In beiden Augen stellte sich hierauf eine gleich starke Conjunctivitis mit reichlicher Secretion und im unteren Theile der Cornea dem einen oder anderen Faden entsprechend eine kleine umschriebene Trübung ein, in Bezug deren, so lange die Lidspalte geschlossen war, die beiden Augen keinerlei erheblichen Unterschied zeigten; nachdem aber die Augen frei gelasen wurden, bildete sich die Trübung der empfindlichen Cornea rasch zurück, während an dem unempfindlichen und stets offenen Auge sich das Infiltrat rasch in ein Geschwürchen umwandelte. Ausserdem zeigte sich hier nach Verlauf von 36 Stunden die gewöhnliche centrale Trübung, die zwar in Folge ihrer Ausdehnung mit dem Geschwürchen in Verbindung trat, aber doch als selbstständig aufgefasst werden musste, da sie im Centrum intensiver war als an der Stelle, wo sie mit dem Geschwüre sich vereinigte, und letzteres keine anderweitige Progression zeigte. Dieser Fall, bei dem übrigens der Trigeminus hinter dem Ganglion ganz durchschnitten war, spricht, nebenbei bemerkt, ziemlich laut auch gegen die Ansicht Eberth's, dass die *Mycosis* die Ursache der *Keratitis neuroparalytica* sei, da doch das unbeschützte Geschwür eine viel bequemere Pforte zur Einwanderung der Mikrokokken bot, als das noch unversehrte Centrum der Cornea.

Endlich habe ich, worüber wir später noch ausführlicher sprechen werden, das unempfindliche Auge mit einem Stabe oft und stark geschlagen und gerieben, ohne dass mehr als eine ganz oberflächliche bläuliche Trübung der Cornea zu Stande gekommen wäre, die, wenn nur sonst das Auge durch den Drahtdeckel geschützt war, keinerlei Neigung zur Progression zeigte.

Auch beim Menschen haben operative Eingriffe in unempfindliche Augen, die eine *Keratitis neuroparalytica* bereits durchgemacht hatten, die Ansicht von der verminderten Widerstandsfähigkeit nicht bestätigt. Bekannt ist in dieser Beziehung

eine von Albrecht v. Graefe ausgeführte Iridectomie, und eine zweite hat jüngst auch Saemisch[1] mitgetheilt. Wenn man aber der Iridectomie ihre antiphlogistische Wirkung auf die Cornea und den vorderen Uvealtract zum Vorwurfe machen könnte, so wird wohl die *Extractio cataractae*, wie im folgenden Falle, dieser Verdacht nicht treffen.

Anna P., 41 Jahre alt, hatte im Jahre 1869 mehrere Monate hindurch rechtsseitige Kopfschmerzen, denen bald eine Verdunkelung des rechten Auges folgte. Nach einem Jahre war dieses erblindet, und die Kopfschmerzen sistirten auf der rechten Seite mit Zurücklassung bedeutender Gefühllosigkeit dieser Kopfhälfte, traten aber links auf, wo sie ebenfalls ein Jahr lang stark wütheten und in schwächerem Grade noch fortbestehen. Dabei nahm das Sehen auch am linken Auge allmählig bis zur vollständigen Erblindung ab. Patientin kam im Jahre 1872 auf die Klausenburger Augenklinik und zeigte eine solche Gefühlsherabsetzung im Bereich des ersten und zweiten Astes des rechten Trigeminus, dass nur Nadelstiche leicht gefühlt wurden, während links eine leichte Facialislähmung bestand. An der rechten Cornea vom Centrum aus nach aussen unten sich erstreckend eine hanfkorngrosse, ovale Narbe und nach innen zu im ganzen Bereich der Lidspalte mehrere oberflächliche Substanzverluste. Cornea und Conjunctiva sehr wenig empfindlich, so dass Betupfen mit einem Charpiebäuschchen, wobei die Cornea leicht eingedrückt wird, nur eine sehr schwache Empfindung verursacht und kein Blinzeln auslöst. Die Iris hat ein leicht atrophisches Aussehen, der Pupillarrand zum grössten Theile an der Hornhautnarbe adhaerent, nur nach oben eine stecknadelkopfgrosse Pupille, die aber von der Cornealtrübung verlegt ist. Die Spannung des Bulbus gegen links ein wenig vermindert. Wachslicht auf mehr als 30 Fuss erkannt, und nach allen Richtungen hin richtig projicirt. Am linken Auge leichte Ptosis, der *M. rectus superior* und *inferior* vollständig gelähmt, während der *Internus* intact erschien. Conjunctiva und Cornea hier ebenfalls sehr wenig empfindlich,

[1] Graefe und Saemisch: Handb. der ges. Augenheilkunde, IV. 1. pag. 286.

letztere im unteren Theile diffus trübe und oberflächlich erweicht; aussen unten vom Centrum eine stecknadelkopfgrosse, scharf umschriebene Narbe; die Iris atrophisch, Pupille mehr als mittelweit, starr. Papille kreideweiss, die Netzhautvenen stärker gefüllt und geschlängelt, keine Lichtempfindung. Der Nasenrücken eingedrückt, Narben am weichen Gaumen und an den Gaumenbögen.

Prof. Schulek machte am rechten Auge Iridectomie nach oben, die ohne die geringste Störung verlief; ebenso hatten beide Corneae sich unter dem Verbande schon nach vier Tagen vollständig erholt und waren bis auf die vorhandenen Narben glatt und spiegelnd. Da sich jetzt am rechten Auge eine Kerntrübung zeigte, so wurde Patientin angewiesen, nach einigen Monaten behufs Cataractoperation wiederzukommen. Dies that sie aber erst im Sommer 1875. Der Status hatte sich, abgesehen von der nun überreifen Cataracta inzwischen nicht geändert; es waren auch keine weiteren Cornealaffectionen aufgetreten. Ich machte die Graefe'sche Cataractextraction und war von dem raschen, äuserst milden Heilungsverlauf geradezu überrascht, — Um das Auge sicherer zu stellen, verkleinerte ich die Lidspalte durch eine Tarsoraphie, und da jetzt das Colobom von dem Oberlide zu sehr gedeckt, das Pupillargebiet aber von der Hornhautnarbe eingenommen war, machte ich noch nachträglich eine schmale Iridectomie am innern Schenkel. Beide Operationen verliefen in der günstigsten Weise. — Dieser Fall, bei dem die Folgen der Trigeminuslähmung nicht ausgeblieben waren, und der dennoch solcheschwere operative Eingriffe äusserst gut vertragen hat, wäre mehr geeignet für eine verstärkte, denn für eine verminderte Widerstandsfähigkeit zu zeugen. Es steht natürlich Jedermann frei anzunehmen, dass sich inzwischen, wenn auch nicht die sensitiven, so doch die vasomotorischen oder specifisch trophischen Fasern wieder hergestellt hätten.

Aus dem Vorhergesagten ergibt sich also, dass die Annahme einer verminderten Widerstandsfähigkeit des Auges nach Trigeminusdurchschneidung keinerlei Berechtigung besitzt; wol aber erscheint durch die obigen Versuche bestätigt, dass der Drahtdeckel den Eintritt der *Keratitis neuroparalytica* hintanzuhalten vermag. Doch damit haben wir die Frage über die Ent-

stehungsursache dieser Keratitis noch ganz und gar nicht beantwortet. Freilich meint Senftleben, dass, da das Drahtnetz des Pfeifendeckels weder den Staub vom Auge abhalten, noch die Verdunstung der Cornea verhindern könne (Büttner), diese zwei Momente also auch bei aufgenähtem Deckel ohne Schaden des Auges fortbestehen, die schützende Wirkung desselben nur darin bestehen müsse, dass durch dasselbe das Anstossen und Reiben des Auges verhindert werde, womit also die Ätiologie der *Keratitis neuroparalytica* klar ausgesprochen wäre. Die Logik ist richtig, aber die Prämisse falsch. Der Deckel schafft ganz andere Verhältnisse, als diejenigen sind, in welchen sich das freie Auge nach Trigeminusdurchschneidung befindet; während dieses nämlich ununterbrochen offen steht, wird die Cornea unter dem Deckel von den Lidern stets bestrichen, also gereinigt und befeuchtet. Wie immer der Deckel aufs Auge genäht wird, lässt es sich bei der grossen Beweglichkeit der Kopfhaut des Kaninchens nicht verhindern, dass schon bei einer mässigen Excursion dieses Deckels das Ober- oder Unterlid über die Cornea hingezogen werde. Solche Excursionen aber macht jeder Aufsatz des Auges, möge dies ein Deckel oder ein prominenter Korkring sein, häufig genug beim Anstossen an diverse Gegenstände, oder auch nur an nackte Wände, ferner wenn das Thier sich putzt, vorzüglich aber, wenn zwei oder mehrere Thiere in einer Räumlichkeit sich befinden, wo sie sich dann gerne an einander schmiegen. Die durch das Drahtgitter auf die Cornea gelangten Partikelchen wechseln also bald ihren Platz, werden endlich ganz weggewischt und gelangen in den Conjunctivalsack, besonders aber zum vorderen Augenwinkel hin, wo ich den Kohlenstaub und die Sägespäne, auf welchen das Thier stand, stets finden konnte. Dass unter solchen Umständen auch eine „Verdunstung“ der Cornea nicht stattfinden kann, ist selbstverständlich.

Nach dem Gesagten schützt also der Drahtdeckel die Cornea gegen Staub, stärkere Traumen (Stösse, Reiben) und endlich auch gegen die Verdunstung, und wir hätten noch immer aus diesen drei Momenten dasjenige herauszufinden, welches ohne den genannten Schutz die Keratitis hervorruft.

Staub kann dies wohl nicht sein, denn die klinische Erfahrung am Menschen lehrt uns, dass Staub nie eine fulminante parenchymatöse Infiltration der Cornea, sondern einen zunächst oberflächlichen und nur bei fortdauernder Schädlichkeit sehr langsam in die Tiefe greifenden Gewebszerfall hervorruft, der zur Bildung von Geschwürchen führt, wie beim *Lagophthalmus paralyticus*, oder zu einer oberflächlichen Erweichung und allmäligen Ablösung des Hornhautgewebes, wie beim *Glaucoma absolutum*. Diese Erfahrung dürfen wir vom Menschen auf das Kaninchen um so eher übertragen, als aus dem Folgenden ersichtlich sein wird, dass die Hornhaut des Letzteren nicht nur nicht reizbarer, sondern vielmehr weit widerstandsfähiger gegen äussere Insulte ist, als die des Menschen. Aber abgesehen davon und von später anzuführenden Versuchen, die die Mitwirkung des Staubes bei dem Zustandekommen der *Keratitis neuroparalytica* direct ausschliessen, schützt auch der mikroskopische Befund dieser Keratitisform den Staub gegen die vorgebrachte Anschuldigung.

In der Mitte der Trübung findet man nämlich in den ersten 3—4 Tagen, so lange noch keine Geschwürsbildung stattgefunden hat, eine von der Oberfläche aus verschieden tief reichende Partie, die, mit einem Worte ausgedrückt, abgestorben ist. Wenn man nach dem Vorgange Stricker's die Cornea *in vivo* versilbert und lamellirt, so fällt schon bei dieser Manipulation im mittleren Theile der Cornea oder mehr nach vorne zu eine lichte, scheibenförmige oder ovale Stelle auf, in deren Rayon die Hornhaut dünner und schwerer lamellirbar ist. Diese je nach dem Falle verschieden grosse Stelle nimmt, je tiefer man in das Hornhautgewebe eindringt, an Umfang ab und hört in einer gewissen Tiefe gänzlich auf, oder man kann dieselbe bis in die hintersten Schichten verfolgen. Auch an den einzelnen Lamellen, so weit sie in den Bereich dieser Veränderung fallen (siehe Figur 1), erkennt man, besonders nachdem sie ein wenig dem Lichte ausgesetzt waren, auf den ersten Blick den Unterschied zwischen dieser lichten, dünnen, ungequollenen, einem Seidenplättchen ähnlichen Stelle und der gleichmässig braungefärbten übrigen Partie. Die Silberfärbung hatte also dort nicht ganz verfangen, und gibt sich unter dem Mikroskope nur durch kleine punktförmige Präcipitate kund,

die das Gewebe entweder ganz durchsetzen, oder sich nur an den Rändern der Hornhautkörperchen vorfinden, oder endlich die Stelle des Kernes einnehmen. Es kommen dadurch verschiedene braune, graue und gelbliche Farbennuancen der Intercellularsubstanz zu Stande, oder diese bleibt ganz ungefärbt. Das Saftcanalsystem ist weniger deutlich sichtbar, oder die feinen Fortsätze sind ganz geschwunden, die Hornhautkörperchen selbst oft schmäler, wie zusammengeschrumpft, ihre Contouren entweder verwaschen, oder nur hie und da durch kleine punktförmige Präcipitate, die sie perlschnurförmig umgeben, kenntlich, ihre Kerne gar nicht sichtbar oder durch ein Häufchen solcher Körnchen angedeutet. In diesem ganzen Gebiete findet man also kein Zeichen von Entzündung, weder an den Hornhautkörperchen selbst, noch auch in Form freien Exsudates; nur in der dem lebenden Gewebe nächsten Zone sieht man hie und da sporadische spiessförmige Elemente, wohl auch das eine oder andere Hornhautkörperchen in Theilung begriffen. Dieser Befund entspricht vollkommen dem Bilde, das Stricker in seiner neuesten Publication über Keratitis[1] von der todten Zone, entwirft, die unmittelbar um eine Reizungsstelle herum zwischen dieser und der entzündeten Region liegt.

Das abgestorbene Gebiet grenzt meist mit scharfem, kreislinien- oder wellenförmigem Rande an das lebende Hornhautgewebe, das im Allgemeinen, besonders aber an der Grenze zum Necrotischen erheblich dicker ist. In Übereinstimmung damit findet man in der That an dieser Stelle die stärkste Infiltration; auffallend grosse, spiessförmige Elemente oder Zellenreihen stehen hier dicht gedrängt neben und übereinander, ihre Spitzen noch in die necrotische Region hineinstreckend, die Hornhautkörperchen aufgebläht und in Theilung begriffen, wodurch sie in mehrere verschieden grosse, unregelmässig polygonale oder lange, stabförmige Stücke zerfallen (siehe Figur 2). An einzelnen Stellen ist die Grenze weniger scharf markirt, und ein allmäliger Übergang vom Necrotischen zum Lebenden zu sehen. Gegen die Peripherie hin nimmt der Process ab; die

---

[1] Stricker: Weitere Untersuchungen über die Keratitis. Arch. Augen- und Ohrenheilk. V. 1.

spiessförmigen Elemente sind hier kleiner und sparsamer und nicht so regelmässig angeordnet; auch die Hornhautkörperchen erscheinen weniger verändert. Reicht die Xerose nicht durch alle Lagen der Cornea hindurch, so sind die hinteren Lamellen an der ihr entsprechenden Stelle stark infiltrirt, so dass die necrotische Partie gleichsam in einem Bette entzündeten Gewebes liegt. Über die weiteren Veränderungen werden wir später zu sprechen haben.

Diese Verhältnisse erhellen auch aus Gold- und Hämatoxylinpräparaten; nur lassen sich derart behandelte Hornhäute schlechter lamelliren, was um so schwerer ins Gewicht fällt, als das Messer keine einheitlichen Flächenschnitte der Cornea zu bieten vermag. Senftleben, der im Laboratorium Cohnheim's mit Gold arbeitete, hat die Necrosse richtig erkannt, und ich verweise auf dessen Beschreibung des Bildes, das von derselben nach Gold- und Hämatoxylinfärbung zu Stande kommt[1]. Dass Senftleben alles vorgefundene Exsudat als eingewandert ansieht und die Betheiligung der Hornhautsubstanz an der Entzündung negirt, kann ich als eine individuelle Ansicht nicht in die Discussion ziehen.

Da also auch die eigenthümliche Gewebsnecrose nicht der Einwirkung des Staubes zugeschrieben werden kann, so dürfen wir wohl diese aus der Ätiologie der *Keratitis neuroparalytica* streichen. Dagegen glaubt Senftleben den mikroskopischen Befund zu Gunsten der von ihm vertheidigten Ansicht in Anspruch nehmen zu können: durch Reiben oder Anstossen des Auges komme eine Prellung zu Stande, die zur Necrose des Gewebes führt, und diese wirke nun als Reiz, in Folge dessen eine Auswanderung vom Limbus her stattfinde.

Die Publication Senftleben's, die mir verspätet zukam, traf mich bereits in voller Arbeit über denselben Gegenstand, und ich war von seinen Versuchen mit dem Drahtdeckel um so mehr befriedigt, als ich besonders nach der oben mitgetheilten klinischen Erfahrung mehr zur Theorie Snellen's hinneigte. Doch verhehlte ich mir nicht, dass es mit der unbedingten Übertragung derselben auf den Menschen denn doch seine Schwierig-

[1] L. c. pag. 78.

keiten habe, und desshalb glaubte ich, einmal dabei, meine Versuche fortsetzen zu müssen. Im Verlaufe derselben kamen aber Fälle vor, die meine Anhänglichkeit an die Traumatheorie immer mehr lockerten, noch bevor ich Senftleben's irrthümliche Prämisse in Bezug des Drahtdeckels in ihrem Werthe erkannte. Schon der oben mitgetheilte Fall, bei dem ich das Ohr in einem spitzen Winkel zur Längsachse des Körpers befestigte, so dass es das Auge nicht reiben konnte, wohl aber gegen Insulte schützen musste, und bei dem dennoch die gewöhnliche Form der *Keratitis neuroparalytica* eingetreten war, passte nicht in den Rahmen der besagten Theorie. Ein weiterer, nach dieser Richtung hin bedenklicher Fall war folgender:

Ich hatte einem Kaninchen den Trigeminus durchschneiden wollen, aber meinen Zweck nicht vollständig erreicht, denn die Cornea blieb, wenn auch weniger, aber immerhin noch deutlich empfindlich. Das Thier machte aber Zwangsbewegungen nach links, und zwar mit einer Heftigkeit, dass es stets mit starker Gewalt an Alles, was ihm im Wege stand, anschlug. Der Schlag traf immer das Auge, und obwohl dieses Manoeuvre öfters executirt wurde, so blieb nichtsdestoweniger die Cornea vollkommen rein. Hierauf wurden am dritten Tage die Lider auseinandergenäht und die Nickhaut ausgeschnitten; aber erst nach weiteren drei Tagen war neben stärkerer Conjunctivitis, die ihre Erklärung in dem durch die Auseinandernähung der Lider bewerkstelligten Ectropium fand, im vorderen Theile der Cornea eine leichte Erosion und Trübung vorhanden, die wieder mehrere Tage lang constant blieb. Da inzwischen die Zwangsbewegungen aufgehört hatten, so wurde das Thier anderweitig verwendet.

Ich versuchte nun durch directe Nachahmung des in Rede stehenden Trauma eine Keratitis, wie die geschilderte, künstlich hervorzurufen. Ich habe zu diesem Behufe die Cornea empfindlicher und unempfindlicher Augen mit einem rauhen Holzstücke oder einem gerifften Stäbchen aus Hartkautschuk so kräftig und häufig geschlagen und gerieben, wie es das Thier sich selbst nie thun kann, habe aber entweder nur einen ganz leichten Halor, oder, wenn ich die Cornea mehrere Tage hindurch maltraitirt hatte, einem geringen *Pannus siccus* ähnliche, oberfläch-

liche Trübung beobachten können, die, sobald das Trauma einen Tag lang ausgesetzt wurde, sich sogleich auch rückgängig zeigte. So wurde z. B. auf die Cornea eines Thieres, bei dem der Trigeminus Tags vorher durchschnitten worden war, von 10 bis 12 Uhr Vormittags und von 3 bis 5 Uhr Nachmittags im Ganzen etwa 50 Mal ein Plättchen aus Hartkautschuk ziemlich kräftig losgeschnellt, ausserdem aber die Cornea mit dem gerifften Ende dieses Plättchens mehrmals gerieben — am nächsten Tage (das Thier, das, während ich mich mit ihm beschäftigte, frei herumlief, bekam dann einen Drahtdeckel) zeigte die Cornea in ihrem Centrum nur eine leichte, kaum erkennbare, bläuliche Trübung, und wurde daher von 10 bis 12 Uhr Vormittags abermals 20 Mal geschlagen. Am darauffolgenden Morgen war das Thier todt; die Cornealtrübung hatte nicht zugenommen. Der Schnitt war durch den vordersten Theil des Ganglion gegangen und nur ein schwaches Bündel unterster Fasern unversehrt geblieben; ein Blutcoagulum füllte den Einschnitt aus. — Bei einem anderen Thiere mit durchschnittenem Trigeminus habe ich das Plättchen 10 Mal nacheinander am Vormittage und eben so oft am Nachmittage mit solcher Gewalt losgeschnellt, dass das Centrum, auf welches die Schläge gezielt waren, sich sogleich trübte und eine erhebliche Hämorrhagie aus der Iris erfolgte; am nächsten Tage war allenfalls eine namhafte bläuliche Trübung vorhanden, die aber schon von dem darauffolgenden Tage an sich rückbildete und nach fünf Tagen vollständig geschwunden war. Dasselbe Resultat erhielt ich auch bei einem unverletzten Thiere, dass ich in der Narcose auf dieselbe Weise tractirte.

Ich glaube mich daher zu dem Ausspruche berechtigt, dass die Kaninchencornea gegen Stösse und gegen Reiben so widerstandsfähig sei, dass es geradezu unmöglich ist, auf diese Weise eine stärkere Keratitis, geschweige denn eine der *Keratitis neuroparalytica* ähnliche Affection zu erregen.

Auch Leber[1] hat sich in dieser Richtung vergebens bemüht, wesshalb er sich denn auch mehr zu der Ansicht

[1] Graefe und Saemisch: Hdb. d. ges. Augenheilk. II. 1. p. 387.

Eberth's hinneigt. Doch auch diese Theorie erhebt sich nicht über das Niveau einer Hypothese; denn das allfallsige Vorhandensein der Mikrokokken in der eiternden Cornea beweist noch gar nichts für die Rolle, die sie hier spielen. Aus dem bisher Mitgetheilten hat sich bereits Manches ergeben, das nicht zu Gunsten dieser Ansicht spricht, und auch das Folgende ist nicht sonderlich geeignet, dieselbe zu stützen.

Während ich mich derart vergebens bemühte, für die Traumatheorie auf experimentellem Wege Anhaltspunkte zu finden, hatte ich Gelegenheit eine Beobachtung zu machen, die mir die Lösung unserer Frage anzudeuten schien. Nachdem ich nämlich gewahr worden war, das unter dem Deckel die Lider die Cornea fleissig bestreichen, schnitt ich einmal einem operirten Thiere dieselben ganz ab, nähte dann den Deckel über das Auge und stellte das Thier auf Sand. Am nächsten Tage war die *Conjunctiva bulbi* injicirt und geschwellt, in leichter Chemosis den Rand der Cornea deckend, diese selbst von einer unebenen (wie grobkörnigen), trockenen Schichte bedeckt, und nach Abhebung der geschwellten *Conjunctiva bulbi* zeigte sich der Hornhautrand in einer schmalen Zone gelblich infiltrirt. Am dritten Tage liess sich die die Cornea bedeckende Kruste, die aus diversen Schmutztheilchen und vertrocknetem Epithel zu bestehen schien, in toto ablösen, und die Cornea bot jetzt eine feuchte Oberfläche dar, hatte einen Stich in's Bräunliche, war aber bis auf den infiltrirten Rand nirgends entzündlich getrübt. Schon nach wenigen Stunden war sie wieder trocken. Das Thier verendete in der folgenden Nacht, die Randtrübung hatte sich nicht verbreitert. Bei einem zweiten Falle, den ich in einer Lade ohne Sand hielt, bildete sich keine Kruste auf der Cornea, diese behielt vielmehr ihre glatte Oberfläche, vertrocknete aber und fühlte sich pergamentartig an; im Übrigen aber glich dieser Fall dem Obigen. Ganz dasselbe konnte ich auch beobachten an anderen zwei Thieren, die ich ohne Deckel im Zimmer frei herumlaufen liess. Auch an diesen entzündete sich nicht das am meisten exponirte Centrum der Cornea, sondern letztere vertrocknete in ihrer Totalität, und am nächsten Tage war nur vorn unten, wo auch bei abgeschnittenen Lidern sich etwas Thränen ansammeln können, die diesen Theil der Cornea feucht erhalten, eine

schmale, gelbliche Randtrübung zu sehen. Der weitere Verlauf war höchst interessant. Während nämlich die Oberfläche der Cornea trocken blieb, sich wie Pergament anfühlte und einen Eindruck bewahrte, schritt in den tieferen Schichten die Trübung von vorne unten in Form einer immer breiter werdenden Sichel weiter, aber so langsam, dass es in dem einen Falle acht, in dem anderen neun Tage bedurfte, bis sie sich mit einer schmalen in den letzten Tagen erst aufgetretenen Trübung am oberen Rande vereinigen konnte. Nun war sie hinter der ganzen Cornea verbreitet, und diese liess sich wie eine Kruste leicht abheben, wonach die Iris in toto bloss lag. Die abgelöste schalenförmige Kruste, an deren inneren Seite viel Eiter lag, wurde in eine concentrirtere Silberlösung und dann wie gewöhnlich in angesäuertes Wasser gelegt. Aus dem Innern dieser Schale liessen sich dann am nächsten Tage mehrere Lamellen ablösen, die durch ihr ungequollenes, seidenglänzendes Aussehen den mikroskopischen Befund errathen liessen. Sie trugen sämmtlich das Gepräge der Necrose in der oben besprochenen Weise; nur an einzelnen Stellen, besonders aber am äusersten Rande war einiges Leben (Infiltration) zu erkennen. — Was war da geschehen? Das Hornhautgewebe ist vertrocknet; vom Rande ging dann eine Infiltration aus, die sich allmälig auf die tieferen Schichten der ganzen Cornea fortsetzte, und sie zur Vereiterung brachte. Diese waren entweder überhaupt nicht vertrocknet oder waren es nur in einem geringen Grade, so dass die Eiterung, wenn auch langsam, in sie eindringen und sie zum Zerfalle bringen konnte, was ihr bei den oberen, ganz vertrockneten Schichten nicht gelang. — Die Abtragung der Lider gesunder Augen hatte dieselben Folgen.

Diese Versuche lehrten mich, dass die Cornea in Folge aufgehobener Befeuchtung vertrockne, und dass solch' vertrocknetes Hornhautgewebe necrotisch, einer Entzündung nicht fähig sei. Die schon am zweiten Tage sichtbare Randinfiltration in Zusammanhang zu bringen mit der Necrose, lag da sehr nahe; doch konnte sie auch von der Affection der blossgelegten *Conjunctiva bulbi* hergeleitet werden. Folgender Versuch bot mir also eine Ergänzung der oben gemachten Beobachtung: Ich schnitt einem gesunden Kaninchen die Nickhaut aus, und

nähte die Lider möglichst weit auseinander, wobei die Bildung eines Ectropiums nicht ganz vermieden werden konnte. Schon nach einer halben Stunde war der Beginn einer Xerose im Centrum der Cornea zu constatiren; dass aber dieselbe hier nur die Grösse eines Hanfkornes hatte, konnte bei dem Umstande, dass das Auge in Thränen schwamm und Excursionen nach allen Richtungen machte, nicht überraschen; vielmehr hatten mich schon frühere Erfahrungen gelehrt, dass eben dieser Umstände wegen die Auseinandernähung der Lider, wenn sie nicht möglichst sorgfältig und bei einem Thiere mit grosser Lidspalte gemacht wird, (trotz des Ectropiums) der Cornea nichts anhabe. Am zweiten Tage begann die Bildung eines Entzündungshofes um die Xerose herum, und am vierten Tage war die ganze Cornea intensiv trüb. Auch hinter der Xerose war in den tiefen Schichten der Hornhaut Eiter sichtbar; doch trat an dieser Stelle ein rascher Zerfall ein, wodurch ein grosses Geschwür zu Stande kam, das eitrig infiltrirt war, und dessen Hof sich mit allmälig abnehmender Intensität über die ganze Cornea erstreckte. Nach und nach verkleinerte sich dieser von der Peripherie her, Gefässe traten vom Limbus auf die Cornea, endlich schwand auch die Infiltration des Geschwürsgrundes und machte der Narbenbildung Platz.

Aus diesem Falle konnte ich also entnehmen, dass wenn der Lidschlag hintangehalten wird, sich eine umschriebene Xerose bilden könne, der eine sequestrirende Entzündung und die Auseiterung der xerotischen Partie folgt. Nun schien mir die Sachlage klar. Nach der Trigeminusdurchschneidung steht das Auge in Folge der Sistirung des Lidschlages ununterbrochen offen; es muss sich daher auch hier eine Xerose von grösserer oder kleinerer Ausdehnung etabliren, die einen Eiterungsprocess, Geschwürsbildung etc. anregt. Diese Folgerung lag mir um so näher, als ich schon in meinen ersten Versuchen die Bildung oberflächlicher Xerosen beobachtet hatte; denn nur als solche habe ich die Unebenheiten der Cornea angesehen, die schon wenige Minuten nach der Operation zu sehen sind, und die von den Autoren entweder ganz unbeachtet blieben, oder verschiedene Deutungen erfuhren. Auch an dem in die Lidspalte fallenden Theil der Sclera habe ich oft in Folge der Eintrock-

nung des Gewebes gleichsam cadaveröse Flecke entstehen gesehen, die aber schon nach ein bis zwei Stunden wieder geschwunden waren; ich hatte desshalb auch den an der Cornea auftretenden Xerosen keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt, bis mich die oben mitgetheilten Erfahrungen auf dieselben wieder zurückführten.

Nur zwei Experimentatoren haben der Vertrocknung der Cornea eine Rolle bei der *Keratitis neuroparalytica* zugetheilt, v. Graefe und Eberth, wenn auch beide weit davon entfernt waren, in ihr den eigentlichen Erreger der genannten Keratitis zu sehen. „Man möchte,“ sagt ersterer[1], „die eingetretene wolkige Beschaffenheit an der Oberfläche derselben (der Cornea) bei dem matten, wenig spiegelnden Aussehen, bei der Anhäufung vertrockneter Epithelien in Form eines feinen Häutchens auf ungenügende Befeuchtung beziehen, um so eher, als sich dieselbe immer an dem mittelsten prominentesten Theil bildet, sich vorwaltend in transversaler Richtung entwickelt, wie es der geöffneten Lidspalte entspricht. Dass aber die Vertrocknung nur einen Beschleunigungsgrund und einen für die Häufigkeit der Affection wichtigen Factor, nicht aber die alleinige Ursache abgibt, beweisen Versuche von Abtragung der Lider, in denen bei weitem nicht in so kurzer Zeit Vertrocknungsphänomene eintreten. Auch wenn nach abgetragenen Lidern Exstirpation der Thränendrüse gemacht wird, kommen keine ähnlichen Veränderungen, so dass wir die Unterdrückung der Thränenabsonderung sammt der Vertrocknung durch aufgehobenen Lidschluss ebenfalls nicht ausreichend zur Erklärung ansehen können. Offenbar muss also eine trophische Störung eingeleitet sein, welche nur durch die genannten Momente in ihrer Entwicklung gesteigert wird.“ Dem gegenüber muss ich nochmals betonen, dass ich auch bei nicht durchschnittenem Trigeminus schon $1/4$ bis $1/2$ Stunde nach der Abtragung der Lider die ersten Anfänge der Xerose constatiren konnte. Der einzige Unterschied bestand darin, dass in diesem Falle der vordere untere Rand wegen der reichlicheren Thränensecretion und des fortwährenden Spieles des Nickhaut-

[1] Archiv f. Ophthalm I. 1, p. 310.

stumpfes in grösserer Breite feucht blieb und demgemäss hier die Randinfiltration gleich ursprünglich breiter war als nach der Durchschneidung des Trigeminus. Von der Exstirpation der Thränendrüse aber wissen wir, dass dieselbe auf die Befeuchtung des Auges wenig Einfluss übt, da von der Conjunctiva selbst genügend viel Feuchtigkeit geliefert wird. Graefe selbst theilt eine solche am Menschen ausgeführte Exstirpation mit[1], in Folge deren sich nur im Winde ein Gefühl der Trockenheit im Auge einstellte. Wo aber die *Conjunctiva palpebrae* in Folge der Abtragung der Lider fehlt, dort bedarf es nicht der Exstirpation der Thränendrüse, und wenn v. Graefe das Gegentheil erfahren hat, so muss ich nur annehmen, dass er die Lider nicht vollständig abgetragen hatte. Übrigens hob dieser ausgezeichnete Kliniker in einem späteren Aufsatze[2]) abermals hervor, „dass die Vertrocknung einen Beschleunigungsgrund und einen für die Häufigkeit der Affection wichtigen Factor bildet.“ — Eberth[3]) fiel weiter ab vom Ziele; bei ihm ermöglicht nur die Verdunstung der Cornea den Mikrokokken, in die Hornhaut einzudringen und hier die Entzündung anzuregen. Die übrigen Autoren aber haben die „Verdunstung“ der Cornea theils geläugnet (Schiff), theils für ganz unschädlich erklärt. (Magendie Büttner, Senftleben.)

Um nun den Beweis zu liefern, dass der *Keratitis neuroparalytica* blos die Vertrocknung eines Theiles des Hornhautgewebes zu Grunde liege, setzte ich ein operirtes Thier so in eine Lade, dass der Kopf durch einen halbovalen Ausschnitt hervorragte und mittelst einer Art Fallbrücke über dem Nacken fixirt blieb. Das Thier sass nun in dieser Lade, während sein Kopf draussen war und nicht zurückgezogen werden konnte; ein Anschlagen des Auges war also total unmöglich und damit das Thier isolirt sei, wurde die Lade in einen Kasten gestellt. Schon nach einer halben Stunde war ein xerotischer Fleck im Centrum sichtbar; nach einigen Stunden stellte sich Injection der *Conjunctiva bulbi* ein, und

---

[1] Archiv f. Ophthalm. I. 1, p. 295.

[2] Archiv f. Ophthalm. III. 2, p. 432.

[3] L. c.

molkiges Secret träufelte beim vorderen Augenwinkel aus der offenen Lidspalte. Am nächsten Tage stärkere Conjunctivitis, im Centrum der Cornea ein beinahe linsengrosser xerotischer Fleck, die Pupille enger und die Iris hyperämischer als gestern. Am Morgen des dritten Tages war die ganze Cornea intensiv trüb bis auf die xerotische Stelle, die einen Stich ins Bläuliche hatte, durchscheinend und ohne alle Infiltration war, so dass sie von der sie umgebenden, gelblichen Trübung stark abstach; der Rand dieser Xerose war ausserdem dadurch stark markirt, dass sich die Infiltration hier zu einem wahren Eiterringe verdichtete. Die Hornhaut wurde versilbert und das Thier getödtet. Der Trigeminus war vor dem Ganglion bis auf einige unterste Fasern durchschnitten. Sowie das makroskopische Bild, entsprach auch der mikroskopische Befund vollkommen dem, was wir oben als *Keratitis neuroparalytica* kennen gelernt haben.

Nicht bei allen operirten Thieren aber, die in der Lade gehalten wurden, entwickelte sich die Keratitis in solch' exemplarischer Weise; vielmehr variirte dieselbe auch hier je nach der Breite der Lidspalte und dem Verhalten des Thieres. Während nämlich manche Thiere in der Lade sich sehr ruhig verhalten, benehmen sich wieder andere unbändig, versuchen es, den Kopf durch die Öffnung zurückzuziehen, oder stecken ihn weit hinaus, als wollten sie mit der Lade davonlaufen. Dadurch können nun zweierlei einander entgegengesetzte Verhältnisse eintreten: im ersten Falle kommt, abgesehen von der Verschiebung der Kopfhaut, die natürlich auch auf die Lider Einfluss hat, mit der Anstrengung der gesammten Musculatur des Körpers eine synergische Contraction der *Sphincter palpebrarum* zu Stande, wodurch die Bildung einer Xerose lange hintangehalten oder wenigstens beschränkt wird; im zweiten Falle aber tritt in Folge der Compression der Halsvenen eine Protrusion des Bulbus ein; die ganze Cornea vertrocknet bis auf einige kleine Randpartien, die dann allein der Sitz der reactiven Entzündung werden; wird nun aber das Thier am zweiten Tage freigelassen (mit einem Deckel über dem Auge), so erholt sich wieder die weniger xerotische Peripherie der Cornea und schon am nächsten Tage ist dieselbe dicht infiltrirt. Ich brauchte wohl nicht erst ausdrücklich zu bemerken, dass das Auge der nicht operirten Seite in der Lade nie einen Schaden nahm.

Zum Ueberflusse habe ich Thiere auch mit offenem und geschlosenem Deckel in die Lade gesetzt; da aber der Deckel in Folge seiner Schwere nach abwärts sinkt, und das obere Lid mit sich hinabzieht, so musste ich denselben durch eine nach der entgegengesetzten Seite geführte Naht in seiner Lage zu erhalten suchen. Obwohl nun bei eventueller Unruhe des Thieres, besonders aber bei den Versuchen, den Kopf zurückzuziehen, mit dem Deckel um so leichter eine Verschiebung der Lider bewerkstelligt werden konnte, so fielen doch auch diese Versuche positiv aus; nur hatte die Xerose nicht immer jene Ausdehnung, die wir oben kennen gelernt haben. So entstand z. B. bei einem Thiere, das mit einem offenen Drahtdeckel in der Lade sass, eine hanfkorngrosse Trübung nahe dem oberen Rande. Da die Augen sonst gleich standen, so war dieser ungewöhnliche Sitz der Trübung nur so zu erklären, dass das Thier, das mit dem Kopfe den Boden erreichen konnte, an diesem oder an dem Rande der Futterschale den Deckel öfters in die Höhe geschoben hat, während ein Abwärtsschieben nicht möglich war; es konnte sich also die Xerose nur im oberen Theile der Cornea ausbilden.

Einen Gegensatz zu diesem bot folgender Versuch: Ich setzte ein Thier mit einem Drahtdeckel, der durch vorgeklebtes Papier vollständig geschlossen wurde, in die Lade. Durch den geschlossenen Deckel wollte ich nicht den Staub abhalten, der hier gar keine Rolle spielt, sondern nur erfahren, ob ein solcher Verschluss des Auges die Vertrocknung nicht hindere, da ich die innere Fläche des Uhrglases, das in einem oben mitgetheilten Falle angewendet worden war, erheblich feucht fand. Das Thier drängte in der Lade nach vorwärts, so dass Protrusion des Bulbus eintrat, und als ich nach zwei Tagen dasselbe aus der Lade nahm und das Auge besichtigte, schien die ganze Cornea vertrocknet, und nur am Limbus war eine schmale Zone infiltrirt. Nun nähte ich einen offenen Deckel vor das Auge und liess das Thier frei umherlaufen; am darauffolgenden (vierten) Tage war die Randinfiltration breiter und intensiver, das Centrum der Cornea trocken, bräunlich, durchscheinend. Am fünften Tage war die xerotische Stelle in der Grösse einer kleinen Linse noch scharf begrenzt, aber innerhalb dieser deutlichen Grenzen in

ihrem Randtheile infiltrirt; vorn unten bezeichnete sogar ein Graben die ursprüngliche Grenze der xerotischen Partie, die sich hier mit der Pincette ein wenig abheben liess, also schon der Abstossung entgegenging. Am sechsten Tage war das Thier todt; der Trigeminus zeigte sich vor dem Ganglion bis auf eine innere obere Fasergruppe durchschnitten.

Nicht unerwähnt kann ich es lassen, dass bei zwei Thieren, die in der Lade mit einer ausgebreiteten Xerose am zweiten Tage verendeten, und nach längstens 12 Stunden zur Section kamen, das Auge der operirten Seite schon Cataracta zeigte während an dem anderen die Linse noch vollständig durchsichtig war. Es stimmt dies zu einer ähnlichen Beobachtung Beck's[1]) am Menschen, und da wie dort kann es der Wasserverlust gewesen sein, der der Cataractbildung zu Grunde lag.[2]

Obwohl diese Ladenversuche für mich vollkommen überzeugend waren, wollte ich denn doch noch den directen Beweis führen. Ich stellte ein frisch operirtes Thier auf einen Tisch und liess es mich nicht verdriessen, 6½ Stunden lang dabei zu sitzen, damit es sich vom Tische nicht entferne oder von wahrnehmbaren äusseren Schädlichkeiten nicht getroffen werde; nur einmal hatte ich mich auf drei Minuten entfernt, aber einen verlässlichen Diener dabei zurückgelassen; das Thier war übrigens von der Operation angegriffen und verhielt sich ziemlich ruhig. Die Lidspalte des operirten Auges war nur so weit offen, dass der obere und untere Hornhautrand in einer Breite von etwa zwei Millimetern von den Lidern bedeckt war. Schon nach wenigen Minuten zeigten sich auf der Cornea mehrere kleinere Vertiefungen, die sich aber bald zu einer einzigen grossen vereinigten. Diese nahm mit Ausnahme eines kleinen Bezirkes am hinteren und vordern Rande, der manchmal unter die betreffende Commissur trat, die übrige freie Cornea bis zu den Lidrändern hin ein, hatte einen steilen buchtigen Rand und vertiefte sich besonders stark nach vorne hin. Die Hornhaut wurde dadurch

---

[1] Virchow's Archiv, X., p. 471.

[2] Nach Schiff (Unters. u. s. f. p. 79) soll bei Pferden diese Trübung der Linse nach einiger Dauer der *Keratitis neuroparalytica* constant vorkommen

matt, weniger durchsichtig und musste also vor dem dunklen Hintergrunde leicht bläulich erscheinen. Es war in die Augen springend, dass man es mit einer Vertrocknung des Hornhautgewebes zu thun hatte. Nach 4 Stunden zeigte sich Injection der *Conjunctiva bulbi* und reichlichere Thränenabsonderung; die Pupille, die bald nach der Operation sich *ad normam* erweitert hatte, reagirte auf starken Lichteinfall nicht merklich, wohl aber bewirkte dieser eine mässige Verengerung der Lidspalte. Nachdem das Thier 6½ Stunden lang auf dem Tische gestanden hatte, nähte ich ihm einen Drahtdeckel auf und liess es frei. Am nächsten Tage war im vorderen Theile der Cornea eine hanfkorngrosse, scharf umschriebene, leicht deprimirte Stelle, die wie ein mattes Seidenplättchen aussah, und dadurch an der sonst reinen, glänzenden Hornhaut sehr auffiel. Die Cornea hatte sich also unter dem Deckel wieder erholt, und nur wo gestern die Xerose am tiefsten schien, dort konnte eine *Rehabilitatio ad integrum* nicht mehr stattfinden, sondern blieb eine kleine, sehr oberflächliche Vertrocknung als stabil zurück, nachdem die hinteren Schichten auch an dieser Stelle ihre natürliche Feuchtigkeit wieder erlangt hatten. Nun war der Entzündungshof zu erwarten, der in der That am Morgen des dritten Tages schon vorhanden, aber entsprechend der Xerose von geringerer Ausdehnung und Intensität war. Nachdem das Thier abermals 2 Stunden lang auf dem Tische gestanden hatte, zeigte sich am folgenden Tage die ganze Cornea intensiv getrübt, nur die Mitte vom Infiltrate frei, hornartig durchscheinend. Mit Haematoxylin behandelt, bot die Cornea einen den oben angegebenen Verhältnissen entsprechenden mikroskopischen Befund. Der Trigeminus war vor dem Ganglion bis auf einige unterste Fasern durchschnitten. — Ein zweiter Fall sass nur 4½ Stunden lange ohne Deckel auf dem Tische und zeigte am nächsten Tage eine unterhalb des Centrums quer über die Cornea ziehende, schmale Xerose. Das Thier wurde nun abermals 3 Stunden lang, vom Deckel befreit, auf dem Tische gehalten, worauf am dritten Tage die Xerose grösser war und auch schon einen bläulichen Entzündungshof hatte. Am vierten Tage war die Trübung intensiver und stand das Thier abermals 1 Stunde lang auf dem Tische. Am fünften Tage nahm bereits eine tiefgreifende gelbliche Infiltration in

Form eines Querovales das mittlere Drittel der Cornea ein. In der Folge trat selbstverständlich auch Geschwürsbildung ein, später reichliche Gefässentwicklung vom Limbus her, und am zwölften Tage nach der Operation war schon Rückgang der Trübung zu constatiren, worauf das Thier getödtet wurde. Der Trigeminus zeigte zwischen Ganglion und Theilungsstelle nur eine oberflächliche Fissur, die den inneren Rand gar nicht berührte. — Einen dritten Fall setzte ich gleich mit dem Dekkel auf den Tisch, wo er 5 Stunden lang verharrte und in ein Tuch gehüllt gehindert wurde, sich zu putzen. Die Folgen waren um etwas stärker als im zweiten Falle, mit dem er übrigens zugleich und in gleicher Weise behandelt wurde.

Wenn die Methode mit der Lade, falls sich das Thier ganz ruhig verhielt oder nach vorwärts drängte, die Keratitis in hochgradiger Entwicklung zeigte, so musste nothgedrungen die Methode der drei letzten Fälle nur einen Bruchtheil von dem bieten, was ohne allen Eingriff in den Verlauf von selbst einzutreten pflegt; denn sich selbst überlassen ist ja die Cornea am ersten und den folgenden Tagen, bis stärkere Secretion eintritt, immerfort der Verdunstung ausgesetzt und wird nur sehr selten (bei ausgiebiger Verschiebung der Gesichtshaut) vom Lide bestrichen, während bei der letztbesprochenen Methode das schädliche Moment nur den vierten Theil des ersten Tages anhalten konnte, wonach aber das Thier eine Vorrichtung (Deckel) auf's Auge bekam, wie sie zur Befeuchtung desselben nicht besser ersonnen werden konnte. In allen drei Fällen haben wir aber gesehen, dass nach bereits eingetretener Entzündung nur ein einmaliges ganz kurzes Einwirken der Schädlichkeit den Process nahezu auflodern machte. Wie wenig sind wir also mit dieser Methode dem ungestörten Verlaufe nahegekommen, und dennoch haben wir das vollständige Bild und den Verlauf der *Keratitis neuroparalytica* gesehen, eben nur eingedämmt durch den wohlthätigen Einfluss des Deckels.

Durch alle diese Versuche erscheint also die Genesis und das Wesen der *Keratitis neuroparalytica* klar dargelegt und folgendes möge als kurzes Resumé dessen gelten, was wir darüber erfahren haben:

Nach der Durchschneidung des Trigeminus erleidet in Folge der Sistirung des Lidschlages der in der Lidspalte liegende Theil der Cornea und manchmal auch der Sclera eine Vertrocknung, die sich schon einige Minuten nach der Operation durch Vertiefungen auf der Cornea und cadaveröse Flecke auf der Sclerotica kundgibt. Wird noch vor Ablauf weniger Stunden für genügende Befeuchtung der Cornea gesorgt, so können diese Xerosen unter sichtlicher Abstossung des Epithels noch ganz rückgängig werden; bleibt aber das Auge mehrere (4 bis 6) Stunden lang sich selbst überlassen, so gedeiht diese Vertrocknung in dem zwischen den beiden Lidrändern in der Mitte liegenden Theile der Cornea so weit, dass dadurch eine mehr oder weniger tiefgreifende Nekrose, Mumificirung des Hornhautgewebes entsteht. Diese nun stabile Xerose zeigt sich in Form eines leicht vertieften matten Fleckes, der bei normalem Stande des Auges im Centrum oder ein wenig unterhalb desselben mit seiner Längsachse quer über die Cornea hinzieht, sich aber mehr dem vorderen als dem hinteren Winkel nähert und scharf umschrieben ist. Diese Trübung hat noch nicht die Bedeutung einer Keratitis, regt aber schon in den folgenden 24 Stunden eine reactive (sequestrirende) Entzündung des umgebenden Hornhautgewebes an. Je tiefer und ausgebreiteter die Xerose ist, desto intensiver und ausgebreiteter ist auch die Entzündung, und desto rascher tritt sie auch ein. Die xerotische, also nekrotische Partie nimmt zunächst nicht Theil an derselben, sondern ist von einem dichten Eiterringe, wie von einer Demarkationslinie umgeben; erst in weiterer Folge dringt der Eiter auch in die tieferen Schichten derselben, wobei aber ihre ursprünglichen Grenzen meist noch deutlich markirt bleiben. Die am stärksten xerotischen, oberflächlichen Schichten jedoch scheinen auch dieser Eiterdurchsetzuug zu wiederstehen und lösen sich mit den Krusten, die sich an denselb en ansetzen, ab oder werden beim Reinigen zugleich mit diesen entfernt. Diesen Vorgang schildert Schiff, der jede Vertrockung der Cornea läugnet[1], sehr vortrefflich: „Am siebenten Tage zeigte sich oft

[1] Schift: Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems, pag. 19.

auf der mit gelblicher, dünner Eiterkruste bedeckten, getrübten Hornhaut eine Stelle, meist oder immer unmittelbar hinter dem Centrum, auf der eine starke Krustenbildung bemerkt ward; die gelbe Masse hob sich wuchernd und liess, bald abfallend, eine weissliche, vertiefte, vielen Schleim secernirende Stelle erkennen, auf der sich sehr rasch wieder vorübergehend eine neue Kruste bildete, die gleichfalls bald abgestossen wurde. Diese Abstossung geschah öfter nicht am ganzen Rande gleichmässig, wodurch eine theilweise Ablösung der Kruste bedingt war, die dann dem einen Rande der geschwürigen Stelle anhing[1]" — In den ersten Tagen vermag man durch einen Drahtdeckel die Keratitis einzudämmen, d. h. sie auf die nächste Umgebung der Xerose zu beschränken; bleibt aber das Auge sich selbst überlassen, so erreicht unter dem Einflusse diverser Schädlichkeiten (Fortdauer der Vertrocknung, oder bei verklebter Lidspalte Druck des zurückgehaltenen reichlichen Secretes auf die Cornea, Stösse etc.) die Eiterinfiltration gewöhnlich einen solchen Grad, dass sie meist die ganze Cornea oder wenigstens die vorderen Schichten derselben bis nahe zum Rande hin vernichtet.

Doch wenn nur ein häufiges Bestreichen der Cornea durch die Lider genügt, um die Keratitis hintanzuhalten, so müsste ja auch die Vernähung der Lidspalte ein untrügliches Mittel zur Hintanhaltung derselben sein, und doch haben die Experimentatoren mit dieser Methode nicht reussirt. Nachdem ich die Überzeugung erlangt hatte, dass die Vertrocknung die einzige Ursache der ***Keratitis neuroparalytica*** sei, habe ich in der That dieser Methode mehr Aufmerksamkeit geschenkt und erfahren, dass, wenn man die Lidspalte so zusammennäht, dass sie vollkommen geschlossen ist, und dabei die Bildung eines Entropiums streng vermeidet, man beim Öffnen der Nähte am dritten Tage stets eine reine, vollkommen normal spiegelnde Cornea vorfinden wird; war aber der Lidrand nur ein wenig nach einwärts gewendet, so sieht man an dieser Stelle eine Trübung der Cornea. Diese Vorsichtsmassregel war es gewiss, gegen welche die Experimentatoren oft gefehlt haben. Man geht am besten in

[1] l. c. pag. 32.

der Weise vor, dass man den entsprechend dünnen Faden hart am Lidrande einlegt, einen langen Stichcanal vermeidet, den Knoten nicht allzufest schnürt, und zum Schlusse noch eine etwaige nicht ganz correcte Stellung des einen oder anderen Lidrandes mit der Pincette corrigirt. Natürlich darf der Faden auch nicht durch den Intermarginalsaum des Lides gehen, weil er sonst die Cornea direct insultiren könnte. Bei kleinerer Lidspalte genügen zwei Nähte, mehr als drei aber sind nie nothwendig. Wer erfahren hat, welch' sorgfältiger Beobachtung der genannten Cautelen es bedarf, um die Bildung eines Ectropiums zu vermeiden, wird es begreiflich finden, dass da wo dieselben gar nicht berücksichtigt wurden (die meisten Experimentatoren sprechen von einem vorsichtigen oberflächlichen Nähen), eine Keratitis erfolgen musste. Es ist leicht einzusehen, dass, wenn statt der Conjunctivalfläche der Lider, die die Cornea befeuchten soll, die hygroskopischen Haare der Aussenfläche derselben der Hornhaut aufliegen, eine Reizungs- oder Vertrocknungskeratitis eintreten müsse.

Dass, wo die Lidnaht mit der nöthigen Vorsicht gemacht wird, in der That die *Keratitis neuroparalytica* hintangehalten werden kann, beweisen zunächst drei Fälle, die Balogh in seiner schätzenswerthen Publication (l. c.) mittheilt, und von denen beim ersten die Naht sechs, beim zweiten drei und beim dritten fünf Tage lang, mit bestem Erfolge angewendet worden war. Ich selbst hatte zuerst zwei missrathene Fälle, an denen ich jedoch lernte, wie ich nicht nähen soll; von den darauffolgenden 11 Fällen aber, bei denen ich die Lidspalten schon unter den oben angegebenen Cautelen vernäht habe, zeigten nur zwei Keratitis, die aber schon durch ihre Örtlichkeit sich von der gewöhnlichen *Keratitis neuroparalytica* unterschied: das eine Mal war am vorderen Winkel die Lidspalte ein wenig geöffnet, in Folge dessen sich daselbst vom dritten auf den vierten Tag eine nicht ganz hanfkorngrosse Trübung etablirte; das andere Mal blieb die Cornea ebenfalls zwei Tage lang rein; hierauf liess ich aber die Naht drei Tage lang liegen, und als ich das Auge dann öffnete, quoll aus der Lidspalte eine grosse Menge rahmähnlichen Eiters, und war die Cornea im unteren Theile mässig trüb. Ich stehe nicht an zu behaupten, dass die Zurückhaltung

des Secretes diese Keratitis verursacht habe. Die starke Secretion ist auch bei empfindlichen Augen, denen die Lidspalte vernäht wird, vom dritten Tage an constant zu sehen, wahrscheinlich in Folge eines von den Stichstellen aus auf die Conjunctiva ausstrahlenden Reizes. Es ist daher geboten, vom dritten Tage an die Lidspalte täglich zu öffnen, was freilich nicht *ad infinitum* fortgeht, weil durch das wiederholte Einlegen der Fäden die Lidränder ganz wund werden und die Secretion auch so profus wird, dass selbst eine eintägige Schliessung der Lidspalte für die Cornea nicht gleichgültig sein kann. — Bei den übrigen neun Vernähungen stellte sich innerhalb 3 bis 7 Tagen keine Hornhautaffection ein, worauf ich die Thiere, die diese Zeit überlebten, entweder frei liess oder in die Lade setzte, so dass ich nachträglich die Keratitis noch eintreten sehen konnte. Diejenigen, die für die Lade bestimmt wurden, liess ich erst 24 Stunden lang mit dem Drahtdeckel umherlaufen, um den einen Versuch durch den anderen nicht zu trüben. Die letzte Vernähung der Lidspalte wurde bei einem Thiere executirt, mit dem wir uns schon oben (p. 14) beschäftigt haben. Es hatte nach der Operation mit dem Kautschukplättchen am Vormittag und Nachmittag je zehn starke Schläge erhalten, und am sechsten Tage wurde dann, da die Cornea bereits vollkommen rein und spiegelnd war, die Lidspalte vernäht; sieben Tage später verendete das Thier mit reiner Cornea. Der Trigeminus war vor dem Ganglion am medialen Rande ganz durchschnitten, während in der Mitte und lateralwärts einige unterste Fasern intact geblieben waren.

Wie verhält es sich nun mit der Vornähung des Ohrlappens? Keinesfalls schützt dieser das Auge auf die von Snellen angenommene Weise, nämlich durch sein Gefühl; vielmehr wird die Wirkung desselben und der Werth dieser Methode überhaupt je nach der Art der Executirung derselben verschieden sein. Hat man nämlich vorerst die Lidspalte vernäht und darüber das Ohr befestigt, so war letzterer Act ganz überflüssig, da es jetzt nur von der Art und Weise, wie die Lidspalte zusammengenäht wurde, und wie die Nachbehandlung geführt wird, abhängt, ob eine Keratitis eintreten wird, oder nicht. Lässt man aber unter dem vorgenähten Ohrlappen die Lidspalte offen, so

kann das an den Lidern befestigte Ohr dieselbe Wirkung entfalten, wie ein vor das Auge genähter Drahtdeckel oder Korkring, indem mit den Verschiebungen desselben auch die Lider über die Cornea hingezogen werden, diese also befeuchtet wird. Wohl steht das vorgenähte Ohr den genannten Apparaten insoweit nach, als es weniger hervorragt, also weniger Gelegenheit zur Verschiebung bietet; doch wird dieser Nachtheil zum guten Theile dadurch aufgewogen, dass das Thier die ungewöhnliche Lage des Ohres und die in dasselbe eingelegten Nähte fühlt und mit der Pfote zu repariren sucht. Andererseits kommt es aber auch oft vor, dass das vor die offene Lidspalte genähte Ohr der Cornea direct aufliegt, wodurch eine Reizungs- oder Vertrocknungskeratitis veranlasst werden kann. Nach all dem wird es nicht mehr auffallend sein, dass die Experimentatoren mit der Vornähung des Ohrlappens nicht immer reussirten.

Wir haben bereits oben gezeigt, dass eine verminderte Widerstandsfähigkeit des Auges nach Trigeminusdurchschneidung nicht nachweisbar ist, womit also auch die Berechtigung zur Annahme einer trophischen Wurzel dieses Nerven wegfällt. Es haben sich aber bei meinen zahlreichen Versuchen auch Fälle ergeben, die direct gegen diese Annahme sprechen. So z. B. zeigte der zweite von den drei Fällen, die ich einige Stunden hindurch auf dem Tische stehen liess, bei der Section zwischen Ganglion und Theilungsstelle des Trigeminus nur eine ganz oberflächliche Fissur, die den inneren Rand des Nerven gar nicht berührte; andererseits aber haben wir oben Fälle kennen gelernt, bei denen die Cornea künstlich insultirt wurde, ohne dass eine erhebliche Reaction eingetreten wäre, trotzdem die medialen Fasern vollständig durchschnitten waren. Jene zwei Fälle Büttner's, bei denen die Entzündung trotz Unempfindlichkeit der Cornea ausblieb und die, weil bei beiden ein mediales Bündel undurchschnitten war, den Experimentator zu der Annahme einer trophischen Wurzel verleiteten, hat theilweise schon Senftleben[1] erklärt. Es könnte sich hier, meint

[1] L. c. pag. 90.

dieser Autor, um Fälle gehandelt haben, bei denen das Unterlid, das vom zweiten Aste des Trigeminus versorgt wird, empfindlich blieb und ausnahmsweise hinreichte, die Cornea vor Traumen zu schützen, oder in unsere Sprache übersetzt: das empfindliche Unterlid lag besser und höher am Bulbus an, deckte also zunächst einen guten Theil der Cornea, und löste ausserdem, wenn berührt, ein Blinzeln aus, so dass für die Befeuchtung der Cornea hinlänglich gesorgt war. Wenn man also von Trigeminusfasern spricht, die auf das Zustandekommen der *Keratitis neuroparalytica* Einfluss üben, so können es nur diejenigen sein, die die Lider versorgen, und die in irgend einer Beziehung zum gemeinsamen Lidschlag stehen. Die Fasern für das Oberlid kommen hiebei wenig in Betracht, weil sie gewöhnlich mit denen der Cornea durchschnitten werden[1], wohl aber die des Unterlides, welche dem zweiten Aste angehören, von dem bekanntlich oft ein grösserer oder kleinerer Theil intact bleibt. Dass die Fasern für das Unterlid speciell im medialen Theile des Nerven liegen,

---

[1] Interessant ist in dieser Beziehung folgender Operationsfall: Einem grossen Kaninchen wurde der rechte Trigeminus durchschnitten; die Cornea war und blieb im vorderen Theile ganz unempfindlich, und nur auf mehrere nachdrückliche Nadelstiche am hinteren Theile derselben trat ein leichtes Blinzeln ein; aber das Ober- und selbstverständlich auch das Unterlid hatten scheinbar ihre normale Empfindlichkeit behalten, denn die leiseste Berührung des oberen Lidrandes löste ein kräftiges Blinzeln aus. In den folgenden Tagen fand man stets Staub, Haare und Schleim auf der Cornea, die im Centrum ausgebreitete Epithelialexfoliation, aber keine entzündliche Trübung zeigte. Wenn man das Thier auf dem Tische stehen liess, so war im Centrum bald eine kleine Xerose zu sehen, die aber bevor sie noch stabil werden konnte, durch einen inzwischen eingetretenen Lidschlag wieder angefeuchtet wurde. Dieser war übrigens so selten, dass er nur aus diesem Umstande und weiters daraus erschlossen werden konnte, dass ein auf einem peripheren Theile der Cornea liegendes Schleim- oder Papierstückchen nach einer Weile zum Centrum hin verschoben war. Auch in der Lade bildete sich keine Xerose aus. Merkwürdigerweise kam trotz der guten Empfindlichkeit der Gesichtshaut ein kleines Lippengeschwür zu Stande. Am achten Tage nach der Operation verendete das Thier; vor dem Ganglion sah man einen sehr oberflächlichen Schnitt, der vom inneren Rande, wo er kaum merklich war, sich nach aussen zu ein wenig vertiefte.

erscheint nach den Erfahrungen Büttner's, Eckhardt's und Merkel's sehr wahrscheinlich, und diese Meinung wird selbst durch jene allenfalls häufigeren Fälle nicht widerlegt, wo bei erhaltenem medialen Theile des Nerven Keratitis eingetreten ist; denn wenn auch das Unterlid genügend empfindlich bleibt, so hängt das Eintreten der Keratitis doch erst von dem Verhalten des Thieres und von den Verhältnissen ab, unter welchen es sich befindet. Ist nämlich das Thier nach der Operation frisch und läuft es umher, so stösst es bald an Gegenstände an, putzt sich und schmiegt sich an die anderen, wobei durch Berührung des Unterlides leicht ein Blinzeln ausgelöst werden kann; während wenn das Thier, wie dies häufiger der Fall ist, von der Operation angegriffen einige Stunden hindurch ruhig und solirt steht, so bietet sich keine Gelegenheit zum Blinzeln; und es kann und muss sich eine Xerose etabliren. Übrigens müssen bei der Beurtheilung solcher Fälle, bei denen trotz Unempfindlichkeit der Cornea die Keratitis ausbleibt, auch alle anderen Verhältnisse berücksichtigt werden, die auf die Befeuchtung der Cornea von Einfluss sein können. Man wird zunächst darauf zu achten haben, ob das Thier die Lidspalte offen hält, und ob der Lidschlag in der That gänzlich sistirt ist. Zu dieser Bemerkung werde ich durch folgende zwei Fälle bewogen:

Der erste Fall war dadurch interessant, dass das Thier trotz vollständiger Lähmung des ersten und zweiten Astes die Lidspalte anfangs sehr enge, später geradezu geschlossen hielt. Ich konnte also dieses Thier längere Zeit ohne Deckel herumlaufen lassen, ohne eine Xerose befürchten zu müssen, und benützte es desshalb zum Schlagen mit dem Kautschukplättchen. Das weitere hierüber ist pag. 14 (erstes Beispiel) angegeben.

Der zweite Fall betraf ein kleines, schwarzes Kaninchen, bei dem nach der Operation das Gebiet des ersten und zweiten Astes vollständig unempfindlich war, so dass auf Insultirung der Cornea und der Lider gar kein Reflex eintrat, das aber mit diesem Auge in Gemeinschaft mit dem anderen regelmässig und vollständig blinzelte. Da jedoch das Blinzeln des gesunden Auges für das an Thränen ärmere Auge nicht ausreichte oder vielleicht manchmal der Lidschlag denn doch ausblieb oder unvollständig war, so bildeten sich hie und

da kleine Xerosen, die selbstverständlich nicht stabil werden konnten. Am vierten Tage war das Thier todt, und die Nekroskopie ergab: reine Cornea, Lippengeschwür, der Trigeminus zwischen Ganglion und Theilungsstelle bis auf ein kleines Bündel äusserer Fasern durchschnitten, ein Blutcoagulum im Einschnitt. — Wodurch diese seltene Erscheinung des Lidschlages nach Trigeminusdurchschneidung bedingt war, ist mir unbekannt; ich kann sie nicht in Causalnexus mit dem Sectionsbefunde bringen, da die wenigen intacten Fasern gewiss nur dem dritten Aste angehörten, und ich ausserdem noch weit stärkere Bündel am lateralen Rande erhalten sah, ohne dass Lidschlag vorhanden gewesen wäre.

Fälle wie die Büttner's verdienen ferner nur dann eine besondere Berücksichtigung, wenn in der Behandlung des Thieres nach der Operation Alles vermieden worden ist, was einen Lidschluss anregt; desshalb ist auch der Versuch Merkl's, der das Thier, weil es Rollbewegungen machte, auf den Czermak'schen Kaninchenhalter spannte, kein reiner zu nennen. Übrigens leiden solche schwer verletzte Thiere meist an *Nystagmus*, der für die kurze Lebensdauer, die denselben noch beschieden ist (1 bis 2 Tage), die Bildung einer Xerose hintanzuhalten vermag.

Von denselben Anschauungen ausgehend, die uns bei der Beurtheilung der Büttner'schen Fälle massgebend waren, können wir auch die allenfalls höchst seltenen und desshalb von den Verfechtern der Traumatheorie dem Zufalle zugeschriebenen Fälle Meissner's[1] und Schiff's[2], bei welchen nach mangelhafter Operation trotz Empfindlichkeit der Cornea Keratitis eingetreten war, leicht erklären, vorausgesetzt dass diese Experimentatoren wirklich eine mit der *Keratitis neuroparalytica* identische Affection vor sich hatten. War nämlich, wie die Section es ergab, nur der mediale Theil des Nerven angeschnitten, so konnte die Cornea, deren Gefühlsfasern nach allen bisher gemachten Erfahrungen in Form eines schwachen Bündels dem zweiten Aste in der Mitte desselben aufliegen, noch einen

---

[1] Ztschrft. f. rat. Medic. (3) XXIX. p. 96.
[2] Ibidem, p. 217.

gewissen Grad von Empfindlichkeit behalten, während die Lider vollständig gefühllos wurden. Ergibt sich schon aus der mehr oder weniger herabgesetzten Empfindlichkeit der Cornea, die in solchen Fällen wohl nie ausbleiben wird, und der Gefühllosigkeit der Lider eine Seltenheit des Lidschlages, so wird dieser wegen des letztgenannten Umstandes meist auch kein vollständiger sein, und ein centraler Theil der Cornea also der Sitz einer Xerose werden können.

Den Schluss meiner Versuche bildeten zwei Facialisdurchschneidungen, bei denen ich Folgendes erfahren habe:

So lange die Nickhaut erhalten bleibt, sorgt diese in vollständiger Weise für die Befeuchtung der Cornea; aber auch nach ihrer Entfernung sind die Verhältnisse so verschieden von denen nach Trigeminusdurchschneidung, dass eine Schlussfolgerung von dem einen auf das andere, wie sie von manchem Autoren versucht worden ist, nicht statthaft ist. Das Unterlid senkt sich, ist aber nicht in der Weise nach auswärts gewendet, wie wir dies beim Menschen oft sehen, sondern es steht nur ein wenig vom Bulbus ab, wodurch zwischen diesem und ersterem ein stets gefülltes Thränenreservoir zustandekommt, das zum Baden der Cornea wie geschaffen ist. Der Bulbus selbst macht häufige Excursionen nach oben, und wenn ein Trauma abgewehrt werden soll, so senkt sich in Folge willkürlicher Erschlaffung des *Levator palpebrae* das Oberlid ganz bedeutend und erreicht oft, unterstützt von einer entgegenkommenden Rollung des Bulbus, den unteren Theil der Cornea; übrigens hält das Thier meist auch im Ruhezustande das Oberlid ein wenig gesenkt[1]. Dass es unter solchen Verhältnissen nicht leicht zur Bildung einer Xerose kommen kann, liegt auf der Hand; nichtsdestoweniger trat in dem ersten von mir operirten Falle, den ich eine Stunde lang auf dem

---

[1] Diese leichte Senkung des Oberlides bei Facialislähmung ist auch beim Menschen bisher unberücksichtigt geblieben; sie kann aber vorkommen, und Herr Professor v. Arlt, mit dem ich darüber Rücksprache nahm, war so freundlich, mir einen solchen Patienten zu zeigen.

Tische stehen liess, schon nach einer kurzen Weile vorn vom Centrum eine kleine Xerose auf, an welcher Stelle drei Tage lang eine kleine horizontal liegende, strichförmige Trübung und eine Abstossung des Gewebes zu beobachten war. Bei dem zweiten Kaninchen aber war die Lidspalte sehr klein, die Cornea konnte also in ihrer ganzen Ausdehnung befeuchtet werden und blieb intact; nachdem ich aber das Oberlid nur um ein weniges in die Höhe genäht hatte, war schon am nächsten, noch mehr aber am zweitfolgenden Tage eine erhebliche *Keratitis xerotica* vorhanden. Zufälligerweise konnte ich damals kein Kaninchen mit weitgeschlitzter Lidspalte, wie manche Racen sie besitzen, erhalten; aber ich glaube, dass bei solchen die Facialisdurchschneidung auch ohne Hebung des Lides einflussreicher auf die Cornea wäre, ebenso wie dies in Bezug der Intensität der Hornhautaffection nach Trigeminusdurchschneidung der Fall ist.

Zum Schlusse können wir unsere Erfahrungen in folgender Weise resumiren:

1. Die Trigeminusdurchschneidung schädigt nicht in directer Weise die Ernährung der Cornea; sie bewirkt also weder unmittelbar die Entzündung der Cornea, noch versetzt sie das Auge in einen Zustand verminderter Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse.

2. Die nach der Trigeminusdurchschneidung eintretende Keratitis hat ihren Grund ausschliesslich in der Sistirung des Lidschlages; der in der Lidspalte liegende unbefeuchtete Theil der Cornea erfährt eine Vertrocknung, die gleichbedeutend ist mit einer Mumificirung oder Nekrose des Gewebes. Dieser nekrotische Theil wirkt nun als Reiz, in Folge dessen eine reactive Entzündung des ihn umgebenden Gewebes eintritt, die die Ausstossung des nekrotischen Theiles bezweckt.

3. Die verminderte Thränensecretion beschleunigt und befördert die Bildung der Xerose, die aber auch ohne dieselbe eintreten müsste.

4. Ein vor das Auge genähter Drahtdeckel oder Korkring u. dgl. ist, so lange man das Thier frei damit umher-

laufen lässt, im Stande die *Keratitis neuroparalytica (xerotica)* hintanzuhalten, weil solche Vorrichtungen die Lider öfters über die Cornea hinziehen, und auf diese Weise die Etablirung einer Xerose verhindern.

5. Auch die Vernähung der Lidspalte schützt das Thier gegen die *Keratitis neuroparalytica*.

6. Stösse sind nicht im Stande eine der *Keratitis neuroparalytica* analoge Hanthautaffection hervorzurufen.

In wie weit diese am Kaninchen gewonnene Erfahrungssätze auf den Menschen Anwendung finden, wollen wir an einem andern Orte besprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Figur I stellt einen Theil der Xerose mit dem ihn umgebenden entzündeten Gewebe dar (Silberfärbung).

a) Xerose; die Intercellularsubstanz in diesem Falle ganz ungefärbt, nur hie und da dem Rande eines Hornhautkörperchens oder seinem Kerne entsprechend körnchenförmige Präcipitate.

b) entzündete Umgebung: die Hornhautkörperchen vergrössert und in Theilung begriffen.

Figur II zeigt eine einem anderen Präparate entnommene Stelle, die die Proliferation der Hornhautkörperchen und die dadurch zu Stande kommenden Figuren in grösserer Mannigfaltigkeit sehen lässt.

Feuer: Keratitis nach Trigeminus-Durchschneidung.

Fig. 1.

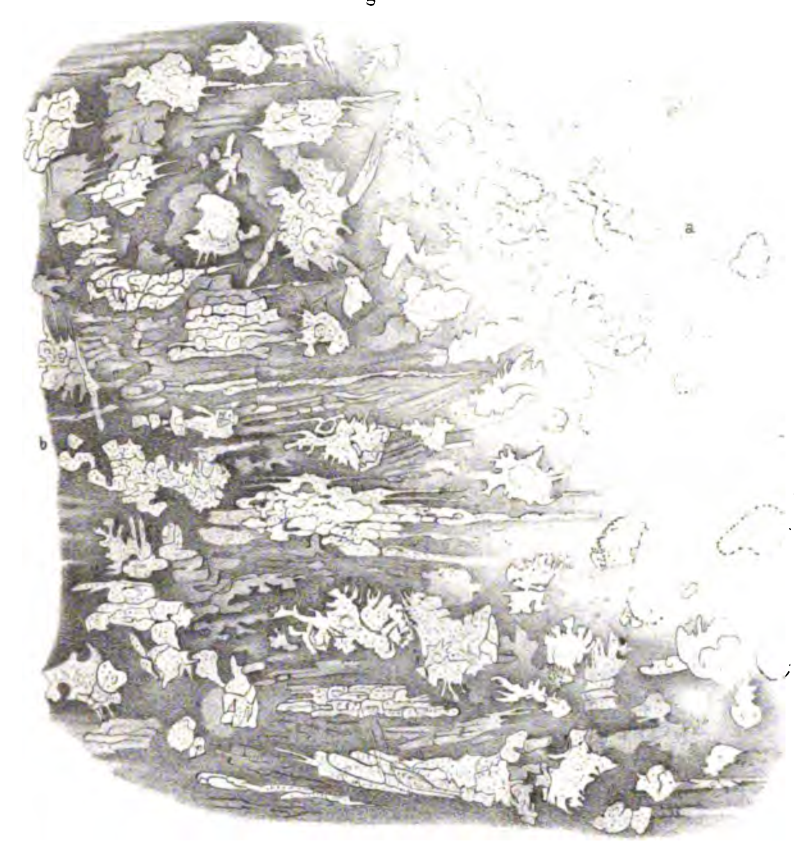
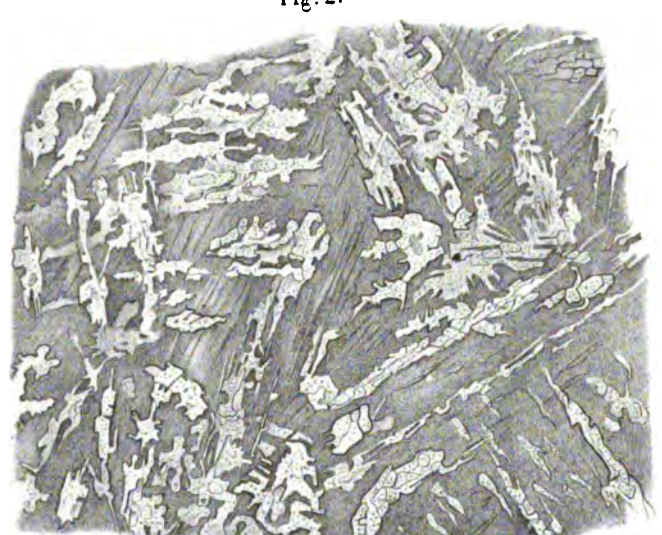


Fig. 2.



Gez. u. lith. v. Dr. J. Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei

XVIII. SITZUNG VOM 13. JULI 1876.

Herr Dr. Wilhelm Velten übersendet eine Abhandlung: „Die Einwirkung strömender Elektricität auf die Bewegung des Protoplasma, auf den lebendigen und todten Zelleninhalt, sowie auf materielle Theilchen überhaupt.

II. Theil. Einfluss des galvanischen Stromes auf den todten Zelleninhalt". (Aus dem pflanzenphysiologischen Laboratorium der k. k. forstlichen Versuchsleitung in Wien.)

Herr Regierungsrath Prof. Dr. Zoeller übersendet mit Bezug auf das am 27. April l. J. zur Wahrung seiner Priorität übergebene versiegelte Schreiben eine zweite Mittheilung über „Schwefelkohlenstoff als Conservirungsmittel" zur Kenntnissnahme.

Herr Ernst Marno übersendet einen Bericht über seine im Herbste 1874 mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie unternommene Forschungsreise nach den Nilgegenden.

Das w. M. Herr Dr. A. Boué beendigt seinen in der vorigen Sitzung begonnenen Vortrag und überreicht eine Abhandlung: „Über die Fortschritte des Wissens durch Professoren und Privatgelehrte, die Lehre der geognostischen Ländertypen und die Methode der geologischen Muthmassungen a priori".

Das w. M. Herr Hofrath v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. Felix v. Winiwarter: „Über die Chylusgefässe des Kaninchens".

Das w. M. Herr Hofrath Billroth überreicht eine Abhandlung: „Die Milzbrandbacterien und ihre Vegetation in der lebenden Hornhaut", von dem Herrn Prof. A. Frisch in Wien.

Herr Dr. B. Igel überreicht eine Abhandlung: Über einige elementare unendliche Reihen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, königl. bayer. in München: Sitzungsberichte der philos.-philolog. und histor. Classe. 1876, Heft I. — Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe. 1875, Heft III; 1876, Heft I; 8°.

— — königl. dänische in Kopenhagen: Oversigt. 1874. Nr. 1. 1875 Nr. 3. 8°. — Mémoires. 5me Série. Classe des Sciences. Vol. X. Nr. 7—9; Vol. XI. Nr. 1; Vol. XII. Nr. 1; Kopenhagen, 1875; 4°.

American Pharmaceutical Association: Proceedings at the 23. Annual Meeting. September 1875. Philadelphia, 1876; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang (1876), Nr. 20. Wien; 8°.

Buffalo Society of Natural Sciences: Bulletin. Vol. III. Nr. 1. Buffalo, 1875; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII, Nr. 26. Paris, 1876; 4°.

Connecticut Academy of Arts and Sciences: Transactions. Vol. III. Part 1. New Haven, 1876; 8°.

Garbich, Nicolò: Teoria e pratica delle deviazioni dell'ago magnetico a bordo dei Bastimenti in Ferro. Trieste 1876; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie in Wien: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 13. Wien, 1876; 4°.

— physikalisch-medicinische zu Würzburg: Verhandlungen N. F. IX. Bd. 1. & 2. Heft. Würzburg, 1875; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 27, 1876; 4°.

Heidelberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1875/76. 4° & 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein: österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1876; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band XIII, 8., 9. u. 10. Heft. Leipzig, 1876; 8°.

Kreuter, Franz: Das neue Tacheometer aus dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute (T. Ertel & Sohn) in München. Brünn, 1876; 8°.

Landbote, Der steierische. 9. Jahrgang, Nr. 14. Graz, 1876; 4°.

Mansion, Paul: Théorie de la multiplication et de la transformation des fonctions elliptiques. Paris & Gaud, 1870; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 22. Band, 1876, Heft VI, nebst Ergänzungsheft. Nr. 47, Gotha; 4°.

— über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Herausgegeben vom k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1876. VI. Heft. Wien, 1876; 8°.

Museum of Comparative Zoölogie at Harvard College: Illustrated Catalogue. Nr. VIII. Part II. Cambridge, 1875; 4°. — Annual Report. Jahrgang 1874. Boston, 1875; 8°.

Museo Publico de Buenos Aires: Anales. Entrega 12ª. Buenos Aires, 1870—74; 4°.

Nature. Nr. 349, Vol. XIV. London, 1876; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 9; Vol. IX. Index; Vol. X. Nr. 2 & 3. Torino, 1875; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". VIe Année, 2e Série, Nr. 2. Paris, 1876; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1876, Nr. 9. Wien; 4°.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Serie IIª. Anno IX°. Fasc. 3° & 4°. Modena, 1875; 8°. — Catalogo della Biblioteca. 1875; 8°.

Société, Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXe Année, Nr. 2 et 3. Constantinople, 1876; 4°.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXIe. 1874; Tome XXIIe. 1875; Tome XXIIIe 1876. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires 3e Série. 28e Année. 4e Cahier. Paris, 1875; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome IV. Nr. 3. Paris, 1876; 8°.

Society, The R. Asiatic of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. VIII. Part II. April 1876. London; 8°.

Society, The R. Geographical, of London: Proceedings. Vol. XX. Nr. III & IV. April & Juni 1876. London-Journal. Vol. XLV. 1875. London; 8°.

— The R. Geological, of Ireland: Journal. Vol. IV, Part 2. (Vol. XIX. Part 2. New Series.) London, Dublin, Edinburgh, 1875; 8°.

— The American Philosophical: Proceedings. Vol. XIV, Nrs. 93 & 94. Philadelphia, 1874; 8°. — Transactions. Vol. XV. Part II. Philadelphia, 1875; 4°.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung zu Hamburg: Verhandlungen. II. Band. Hamburg, 1876; 8°.

— siebenbürgischer, für Naturwissenschaften zu Hermannstadt: Verhandlungen. XXV. Jahrgang. Hermannstadt, 1876; 8°.

— naturwissenschaftlicher von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald: Mittheilungen. VII. Jahrgang 1875; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1876; 4°.

Die Chylusgefässe des Kaninchens.

Von Dr. **Felix von Winiwarter.**

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 2 Tafeln.)

Unter den Säugethieren sind es gerade die Kaninchen, welche zu Untersuchungen über die Chylusgefässe auffordern, weil dieselben bei ihnen im Darm verhältnissmässig weit und klappenlos sind und hier ähnlich wie die der Amphibien vom Centrum gegen die Peripherie hin injicirt werden können.

Man benützt am besten nicht völlig ausgewachsene Thiere, und zwar arbeitet man am leichtesten am oberen Theil des Dünndarms, der bekanntlich eine etwas dickere Wand hat. Die Thiere werden durch Abschnüren unter dem Schultergürtel getödtet, um den Abfluss des etwa vorhandenen Chylus und des Blutes aus den Gefässen zu verhindern. Die Blutgefässe sind nämlich, wenn sie prall gefüllt sind, der beste Wegweiser für den Injicirenden, da bekanntlich die Chylusgefässe ihnen unmittelbar anliegen. Das Thier bleibt nun durch 1 bis 3 Stunden an einem kühlen Orte. Nach Verlauf dieser Zeit ist der günstigste Moment für die Injection gekommen. Wartet man kürzere Zeit, so kann noch durch die Erregbarkeit der Darmmusculatur die Arbeit vereitelt werden längere Zeit zu warten, ist wegen der im Chylus eintretenden Gerinnungen nicht rathsam. Als Injectionsmaterial bediente ich mich theils des löslichen Berlinerblaus mit Zusatz von etwas Leim, theils einer halbprocentigen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd. Als Injectionsinstrument verwendete ich eine Pravaz'sche Spritze und ganz feine Canülen, die unser Institut von Holzhauer in Marburg bezieht, da sie in Wien in solcher Feinheit nicht zu bekommen sind. Man sticht

nun, indem man mit der einen Hand die Darmwand gut anspannt, die Canüle hart am Blutgefäss, und zwar am besten neben der Vene ein und sucht dieselbe in das Lumen des begleitenden Chylusgefässes einzuschieben. Da die Chylusgefässe zu beiden Seiten neben den Blutgefässen und ebenso zwischen den beiden Blutgefässen liegen, so kann man sich eine beliebige Stelle auswählen, thut jedoch gut, nach Aussen von der Vene einzustechen, weil sich dieses Gefäss als das grössere immer besser marquirt, als die schmälere Arterie. Es ist natürlich eine gewisse Übung nothwendig, um die Tiefe zu treffen, bis zu welcher man einstechen muss, denn bleibt man zu nahe der Oberfläche, so ergiesst sich die Injectionsmasse unter die Serosa, kommt man zu tief, so fliesst die Injectionsmasse in die Darmhöhle. Ist man in das Lumen des Chylusgefässes mit der Canüle eingedrungen, so erkennt es der Geübte beim ersten Tropfen Berlinerblaus, der aus der Canüle ausfliesst. Es ist übrigens auch bei Silberinjectionen, wo anfangs nur eine leichte weissliche Färbung eintritt, der richtige Einstich sogleich zu erkennen, weil die durch ihre Weite, ihren Verlauf und ihr Verhalten zu den Blutgefässen so scharf charakterisirten Chylusgefässe nicht leicht mit einer diffusen Färbung, wie sie bei Extravasation zu Stande kommt, verwechselt werden können. Nach glücklicher Einführung der Canüle gelingt es oft von einer einzigen Stelle aus die Chylusgefässe einer Partie Darmes von 1 bis 3 Zoll und darüber Länge zu injiciren. Die Bahnen, in denen der Chylus fliesst, sind nämlich so weit, haben untereinander so breite und so reichliche Verbindungen, dass die Injectionsmasse von einer Stelle aus mit Leichtigkeit in benachbarte Regionen abfliessen kann. Brücke[1] erwähnt bereits, dass am frischen Darm, wenn seine Chylusgefässe gefüllt sind, der Chylus durch die Contractionen der Musculatur in weissen Streifen hin und her geschoben wird, was ich auch wiederholt beobachtete.

Wie früher erwähnt, bekommen die Chylusgefässe erst im Mesenterium, wo sie ganz analoges Verhalten wie bei den übrigen Säugern zeigen, Klappen. Der Darm führt bekanntermassen

---

[1] Über die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschrift der Wien. Akad. d. Wissenschaft. VI. Band.

auch wahre Lymphgefässe, die ein oberflächliches Netz in der Serosa bilden und mit den Chylusgefässen peripherisch nicht communiciren. Diese Lymphgefässe ergiessen ihren Inhalt in mit Klappen versehene Abzugröhren, welche direct, ohne selbst mit den in der Darmwand verlaufenden Chylusgefässen in Verbindung zu stehen, mit den klappenführenden Gefässen des Mesenteriums communiciren. Diese Abzugsröhren der Lymphgefässe sind äusserst sparsam und schon dadurch leicht kenntlich, dass sie entgegen der auf die Längsaxe des Darmes senkrechten Richtung der grossen Chylusgefässe, parallel mit der Längsaxe des Darmes verlaufen, ferner durch ihre oberflächliche Lage und ihre schon dem unbewaffneten Auge als kleine Anschwellungen sich manifestirenden Klappen. Sie kommen als isolirte Gefässe in dem Zwischenraum zwischen den Bündeln, als welche die vereinigten Blut- und Chylusgefässe ins Mesenterium eintreten, vor, laufen ein Stück parallel mit der Längsaxe des Darmes, um dann im scharfen Bogen gegen das Mesenterium abzubiegen und in die Chylusgefässe daselbst einzumünden. Man sieht in dem erwähnten Zwischenraum höchstens ein solches klappenführendes Gefäss, bisweilen auch keines.

Bei der Beschreibung der Chylusgefässe der Darmwand will ich stromaufwärts fortschreiten. Ich will zuerst den Theil behandeln, der auf und in dem Muskellager liegt, indem im submucösen Bindegewebe Veränderungen eintreten, die gesondert behandelt werden müssen. Das Schema für ihren Verlauf ist folgendes. Nach Aussen von den beiden Blutgefässen liegt auf jeder Seite je ein Chylusgefäss und ein drittes liegt zwischen denselben. Die beiden äussern Chylusgefässe sind gewöhnlich von gleichem Kaliber, liegen den Blutgefässen ganz innig an und sind $1^1/_2$ bis zweimal so breit als die Vene, drei oder viermal so breit als die Arterie. Das mittlere Chylusgefäss ist meistens schmächtiger als die beiden äusseren, füllt jedoch den Zwischenraum zwischen den Blutgefässen vollständig aus. An manchen Stellen sieht man Brücken über die Blutgefässe herüberziehen, die Anastomosen zwischen den äusseren und dem mittleren Chylusgefäss darstellen. An der ersten Theilungsstelle der Blutgefässe entstehen, da sich jedes Chylusgefäss ebenso wie die Blutgefässe dichotomisch theilt, sechs Chylusgefässe,

welche den vier Blutgefässen entsprechen und zwar so, dass wieder auf jeder Seite je drei Chylusgefässe zwei Blutgefässen angehören. Da sich die Blutgefässe, indem sie sich gabelförmig theilen, mit ihren inneren Branchen überkreuzen, so muss dies ebenso der Fall bei den Chylusgefässen sein, wodurch an einer Theilungsstelle sehr viele Überkreuzungen vorkommen. Da nun anderseits an einer Theilungsstelle die Anastomosen, welche zwischen den einzelnen Chylusgefässen bestehen, besonders zahlreich und ausgedehnt sind, so macht es ganz den Eindruck, als wären die Blutgefässe in die Chylusgefässe eingescheidet. Brücke[1], der diese Verhältnisse an natürlich gefüllten Chylusgefässen untersuchte, wo sich die Einzelheiten weniger genau wahrnehmen lassen, war auch damals der Meinung, dass die Blutgefässe scheidenartig von den Chylusgefässen umschlossen seien, dass somit der Chylus direct die Adventitia der Blutgefässe umspüle. Als später Frey mittelst Einstich in die Schleimhaut die Chyluswege des Kaninchens mit Bealeschem Blau angefüllt hatte, sagte er bereits, dass die Einscheidung nicht die Regel sei, sondern die meisten seiner Injectionspräparate nur ein Nebeneinander zeigten. (Über die Chylusgefässe der Darmschleimhaut. Siebold und Kölliker Ztsch. f. wissenschaftliche Zoologie, B. XIII., S. 18.) Die Blutgefässe liegen jedoch nirgends frei in einem Lymphsack, sondern die drei begleitenden Chylusgefässe anastomosiren nur wiederholt, und da an einer Theilungsstelle statt drei, sechs Chylusgefässe entstehen, so sind daselbst auch die Anastomosen viel zahlreicher. Die sichere Entscheidung lässt sich jedoch nur durch die Silberinjection und durch die Darstellung von Endothelzeichnungen erbringen. Ich will darauf später zurückkommen. Das angegebene Schema bleibt für den Verlauf der Chylusgefässe in der Muscularis giltig, dagegen ist zu bemerken, dass die Blutgefässe, Arterien und Venen, in ihren feineren Verzweigungen nicht mehr miteinander, sondern isolirt verlaufen, womit sodann statt der drei begleitenden Chylusgefässe nur mehr zwei auftreten. An der Abgangsstelle eines Bluttgefässastes anastomosiren die zwei begleitenden

[1] Über die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschr der Wien. Akad. d. Wissenschaften VI. Band

Chylusgefässe immer durch eine meistens sehr breite Brücke. Mit dem Schmälerwerden der Blutgefässe steht keineswegs im Einklang das Verhalten der Chylusgefässe. Die Chylusgefässe bleiben nämlich so ziemlich gleich weit und so sieht man Stellen, wo eine ganz feine Arterie von zwei sechs bis achtmal so weiten Chylusgefässen begleitet wird, ein Anblick, derdie für das Kaninchen charakteristischen Verhältnisse noch um so frappanter hervortreten lässt. In der Arbeit, die Prof. C. Langer über das Lymphsystem des Frosches veröffentlicht hat,[1] sind ganz ähnliche Verhältnisse für den Darm, sowie für andere Localitäten nachgewiesen und diese Übereinstimmung in Bezug auf die Weite der Chylusgefässe und ihr Verhalten zu den Blutgefässen macht eben das Chylussystem der Kaninchen dem der Amphibien so ähnlich. Ich habe auf Tafel I, Figur 1, den Verlauf der Chylus- und Blutgefässe in ihren groben Verzweigungen nach der Natur abgebildet. Die blaugemalten Bahnen stellen die Chylusgefässe, die gelbrothen die Blutgefässe vor. Ich habe die Blutgefässe mit Blut gefüllt vor mir gehabt und habe der Deutlichkeit halber die natürliche Farbe etwas verändert. Man sieht die Anastomosen zwischen den Chylusgefässen, welche an den Theilungsstellen der Blutgefässe am häufigsten sind. Durch diese Brücken hat man sich natürlich das Blutgefäss verdeckt zu denken und es entsteht an solchen Stellen durch die Mischung des Blau mit der gelben Farbe des Blutes meist eine etwas ins grünliche spielende Färbung.

Um die Frage zu entscheiden, ob die Chylusbahnen eine Endothelauskleidung besitzen und um mir vollkommene Klarheit über ihr Verhalten zu den Blutgefässen zu verschaffen, habe ich Injectionen mit Silberlösungen vorgenommen. Es genügt dabei eine halbprocentige Silberlösung, welche auf die oben angegebene Weise in die grossen Chylusgefässe eingespritzt wird. Sofort färben sich die Chylusgefässe weiss, um sich schon nach ganz kurzer Zeit unter dem Einflusse des Lichtes zu bräunen. Anfangs benützte ich etwas stärkere Silberlösungen, weil das alsbaldige Bräunen die charakteristischen Formen der Chylusgefässe leichter kenntlich macht und man es leichter vermeidet,

[1] 55. Band der Sitzb. d. Akad. der Wissenschaften.

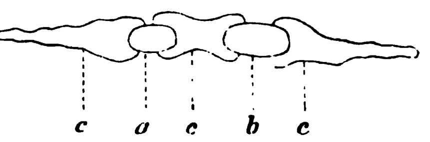
Extravasate zu übersehen. Ich habe bei diesen Silberinjectionen besonders darauf Acht gehabt, keine Injectionsflüssigkeit in das Darmlumen zu bekommen, um alle zufällig entstehenden Silberzeichnungen ausschliessen zu können. Die injicirten Darmstücke wurden gewöhnlich alsbald nach der Injection herausgeschnitten, unter Wasser aufgeschnitten und gut ausgewaschen. Je nachdem man nun die grossen Chylusgefässe oder die Schleimhaut untersuchen will, werden die Präparate bald mit der Serosa, bald mit der Schleimhautfläche nach aufwärts gekehrt, in einem mit etwas Essigsäure angesäuerten Wasser dem Lichte ausgesetzt und hier durch 12—24 Stunden liegen gelassen. Um die grossen Chylusgefässe, welche auf und in der Muscularis verlaufen, isolirt vor sich zu haben, ist es zweckmässig, die Schleimhaut von der Muscularis herabzupräpariren, was ganz leicht gelingt, wenn man das betreffende Darmstück unter Wasser mit Nadeln aufspannt und nun mit zwei Pincetten die Schleimhaut theils leicht schabend, theils ziehend entfernt. Die so isolirte Muscularis wird in Alkohol entwässert und dann in Nelkenöl durchsichtig gemacht.

Wenn man nun solche Präparate bei mässiger Vergrösserung untersucht, so bemerkt man, dass alle Chylusgefässe mit Endothelzeichnungen ausgekleidet sind, welche ziemlich grosse, mit vielen Ausbuchtungen und den entsprechenden Einbiegungen versehene, keineswegs in die Längsrichtung des Gefässes verlängerte Felder darstellen.

Ich sage Endothelzeichnungen, weil dergleichen Silberbilder jetzt ausnahmslos so gedeutet werden, muss jedoch hinzufügen, dass ich hier und in den weiteren Verzweigungen, endlich in den Zottenräumen weder die präsumtiven Endothelzellen, noch ihre Kerne je gesehen habe.

Diese Endothelzeichnungen haben die meiste Ähnlichkeit mit denen auf serösen Häuten. Man kann nun alle früher beschriebenen Verhältnisse, wie sie bei Berlinerblauinjection sich darbieten, bestätigt finden. Jedes der drei die Blutgefässe begleitenden Chylusgefässe hat seine eigene Endothelauskleidung. Die Chylusgefässe liegen den Blutgefässen ganz innig an, so zwar, dass man an manchen Stellen die Wand des Chylusgefässes sich über den Rand des Blutgefässes hinüberschlagen

sieht, so dass ein Querschnitt beiläufig in der Weise zu denken wäre, wie ich es auf der beiliegenden Abbildung gezeichnet habe. Wenn man die Endothelzeichnungen, die der unteren Wand des Chylusgefässes entsprechen, verfolgt, so bemerkt man, wie dieselben nach Aufwärts steigend, etwas über den Rand des Blutgefässes hinüberziehen, um dann in die der oberen Wand wieder hinüberzubiegen. Die Brücken erweisen sich als wirkliche Anastomosen zweier Chylusgefässe, wie man aus den zwei sich in dieselben fortsetzenden Endothellagen ersieht. Nirgends, auch an den Theilungsstellen nicht, sieht man die Endothelzeichnungen ringförmig die Blutgefässe umgeben. Es kann daher kein Zweifel sein, dass die Chylusgefässe den Blutgefässen nur sehr innig juxtaponirt sind und dass sie besonders an den Theilungsstellen vielfache Anastomosen untereinander eingehen. Die hier erörterte Frage ist eine zunächst morphologische. Ich verwahre mich ausdrücklich gegen die Ansicht, dass ich sie schon jetzt als eine physiologische auffasste, denn es ist einigermassen zweifelhaft und ohne weitere Versuche nicht zu entscheiden, ob die Diffusionsbedingungen durch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein dieses Endothels wesentlich geändert werden. Wir werden es später an Orten finden, an welchen nicht nur Diffusion sondern auch Filtration stattfindet, ja wo Fetttropfen an der mit dem gleichen Endothel bekleideten Oberfläche durchtreten, nämlich im inneren Zottenraume und in den später zu beschreibenden Balkenräumen. Während die Chylusgefässe auf und in der Muscularis immer unmittelbar neben den Blutgefässen verlaufen, trennen sie sich in der Submucosa von denselben, werden bedeutend schmäler und bilden ein viel weitmaschigeres Netz als die Blutgefässe.



a) Arterie.
b) Vene.
ccc) Chylusgefässe.

Ich will jetzt auf den wesentlicheren Theil meiner Arbeit, nämlich auf den Verlauf und die Endigung der Chylusgefässe in der Schleimhaut übergehen. Natürlich mit Chylus gefüllte Darmstücke von 9—10 Tage alten Kaninchen zeigen die ganze

Schleimhaut mit Ausnahme der Krypten schwarz, wenn man bei durchfallendem Lichte untersucht; umgekehrte Verhältnisse bekommt man bei auffallendem Lichte. Es füllt sich nämlich, wie dies bereits Brücke erwähnt, die ganze Schleimhaut mit Ausnahme des Kryptenepithels mit Chylus. Da die Krypten frei von Chylus sind, heben sie sich auf dem dunklen Grunde als kleine weisse vollkommen runde Felder ab. Auf der Schleimhaut aufsitzend bemerkt man lange schwarze Härchen; das sind die Zotten, welche bei ganz jungen Thieren sehr lang und dünn sind. Über diese Erscheinungen gibt die künstliche Injection weitere Aufklärung. Die Zotten des erwachsenen Kaninchens sind an der Basis immer am breitesten, gegen die Spitze zu sich gewöhnlich verschmälernd. Ihre Breite an der Basis beträgt 0.25—0.75 Millimeter, ihre Höhe ist ziemlich constant 0.75 Millimeter. Sie sind bald von pfeilspitzförmiger, bald von zungenförmiger Gestalt. Die Basis der Zotte ist im Allgemeinen länglich, und wenn man ihr eine schematische Figur unterlegen wollte, würde es vielleicht am besten die Raute sein. An der Basis oder etwas über der Basis gehen von jeder Zotte Parenchymbalken (ich meine das von Basch[1] beschriebene Parenchym) ab, welche an Zahl 2—6 sind. Von diesen Balken, gewöhnlich 3 an Zahl, gehen zwei immer in der Richtung des längeren Durchmessers der Basis nach entgegengesetzten Richtungen ab, der dritte und die übrigen im Sinne des kürzeren Durchmessers, theils in gleicher, theils in entgegengesetzter Richtung. Diese Ausläufer vom Zottenparenchym verbinden jede Zotte mit benachbarten Zotten und zwar so, dass die Verbindung gewöhnlich in das Niveau der Krypten fällt. Reicht der Verbindungsbalken über das Niveau der Krypten hinauf, so steht die Zotte nicht mehr isolirt, sondern ist mit einer anderen durch ein riffartig über das Niveau der Schleimhaut hervorragendes Zwischenstück verbunden. Der Verbindungsbalken kann aber auch bis nahe zur Spitze beider Zotten gehen, dann bekömmt man Zotten, die zwar noch ganz deutlich als Individuen zu erkennen sind, deren Spitzen aber äusserlich nur durch eine leichte Einsattlung von einander ge-

---

[1] Das Zottenparenchym und die ersten Chyluswege. 51. Band der Sitzungsb. der Akad. der Wissenschaften.

trennt sind. Es sind diese letzteren Bildungen, die ich als Zwillingszotten bezeichne, im Verhältniss zu jenen, wo der Verbindungsbalken, wie dies häufig vorkommt, nur etwas über das Niveau der Krypten heraufreicht, ziemlich selten. Diese Balken, die jede Zotte aussendet und die sich in die Tiefe der Schleimhaut einsenkend die Basen der Zotten untereinander verbinden, erzeugen grössere Maschen, welche Maschen die Krypten gruppenweise aufnehmen. Von den Balken und von der Basis der Zotte selbst gehen nun nach allen Richtungen zwischen die Krypten Ausläufer aus, wodurch kleinere Gewebsmaschen zu Stande kommen, die die Krypten unmittelbar umschliessen. Dieses Gewebe, welches die kleineren Maschen bildet, ist nicht vollkommen identisch mit dem Gewebe des Zottenparenchyms, insoferne es beiweiten weniger zellenreich ist, als das letztere. Das ganze Schleimhautgewebe ist also theils ein dem Zottenparenchym ganz gleiches, theils ein ähnliches, nur weniger zellenreiches Gewebe.

Wenn wir nun den Verlauf der Chylusgefässe in der Schleimhaut an Silberinjectionen weiter verfolgen, so finden wir, dass alle Chylusgefässe der Submucosa aus den Zottenbalken hervorkommen. Zur Untersuchung dieser Verhältnisse werden grössere mit Silber injicirte Schleimhautpartien in Nelkenöl durchsichtig gemacht und dann mit dem einfachen Mikroskop angesehen. Man kann nun, indem man mittelst zweier feiner Nadeln zwei oder mehrere benachbarte Zotten von einander abhält, ganz gut auf den Grund der Schleimhaut sehen. Man kann da deutlich die Balken verfolgen, welche von den Zotten ausgehen und die Communication mit benachbarten herstellen und da findet man, dass beinahe jeder solcher Balken in seinem Innern einen braungefärbten Chylusstamm führt. Da, wie ich früher erwähnt, jede Zotte wenigstens zwei, gewöhnlich aber drei und mehr solche Balken aussendet, so ist nach der Zahl der Balken auch die Anzahl der Chylusstämme verschieden, welche aus einer Zotte hervorgehen.

Wie nun durch die Balken das Zottenparenchym der einen Zotte in das der anderen übergeht, so communiciren anderseits auch die im Innern der Balken verlaufenden Chylusgefässwurzeln mit denen benachbarter Zotten, und es entsteht dadurch

ein am Grunde der Zotten in dem früher beschriebenen Zottenparenchymgewebe, welches die gröberen Maschen bildet, verlaufendes Netzwerk von Chylusstämmen, aus welchem Netz die eigentlichen Chylusgefässe der Submucosa entspringen. Ich unterscheide dieses Netz von den eigentlichen Chylusgefässen der Submucosa, weil dieses Netzwerk der Schleimhaut selbst angehört, weil diese Gefässstämme bedeutend weiter sind und schon als der Beginn der Zottenräume anzusehen sind. Der eigentliche Zottenraum, aus dem alle diese Stämme hervorgehen, ist im Allgemeinen im oberen Theile der Zotte zu suchen und erreicht gewöhnlich seine grösste Weite an der Stelle, wo er die Chylusgefässwurzeln in die Balken abgibt. Es ist nun ganz klar, dass die Form und die Ausdehnung dieses Zottenraumes beeinflusst wird von der Höhe, in der diese Vertheilung in einzelne Stämme stattfindet und ebenso von der Zahl der Balken, welche die Zotte abgibt. Seine Gestalt ist also sehr mannigfach. Bei Pfeilspitzförmigen Zotten ist er gewöhnlich dreieckig mit der Basis nach Unten, mit der Spitze nach Oben gerichtet und setzt sich nach Abwärts in mehrere Trichter fort, die eben den Chylusstämmen der Balken entsprechen. Bei den zungenförmigen Zotten, welche meist viele seitlich abgehende Balken besitzen, ist seine grösste Breite in der Regel gegen das freie Ende der Zotte zu gelegen, und seine Höhe ist hier gering, indem die Theilung in einzelne Stämme meist frühzeitig stattfindet. Die Begrenzung des Zottenraumes ist keine geradlinige, sondern zeigt vielfache Ausbuchtungen. Ebenso gehen vom Zottenraum Fortsätze aus, welche weit ins Parenchym hinaufreichen, um sich dann wieder mit dem Hauptzottenraume zu vereinigen, oder um, nachdem sie bis gegen die Spitze der Zotte vorgedrungen, daselbst aufzuhören.

Häufig ist ferner, dass der Zottenraum die Gestalt eines Hufeisens hat, welches Verhältniss man gewöhnlich nur bei Zotten findet, die nur zwei Balken abgeben oder wo ein vorhandener dritter keinen Chylusstamm in sich aufnimmt. Die beiden Branchen des Hufeisens setzen sich, indem sie dabei bauchig anschwellen und sich dann wieder verengern, direct in die Chylusgefässwurzeln fort. Das Mittelstück des hufeisenförmigen Zottenraumes ist immer sehr schmal. Wie früher er-

wähnt, entstehen, wenn der Verbindungsbalken nahe der Spitze zweier Zotten abgeht, Zotten, welche nur durch eine mehr oder weniger tiefe Einsattlung noch als Individuen zu erkennen sind. Die Zottenräume solcher Zwillingszotten communiciren gewöhnlich durch eine breite Brücke, welche von dem einen zum andern zieht. Bisweilen hat aber auch der Verbindungsbalken seinen eigenen Zottenraum, der mit den beiden anderen communicirt und ausserdem ein oder mehrere Chylusgefässwurzeln abgibt. Alle diese Einzelheiten lassen sich nur an mit Silber injicirten Darmpartien untersuchen, Berlinerblauinjectionen sind dazu lange nicht so tauglich. Es treten nämlich die Chylusgefässwurzeln, sowie die eigentlichen Zottenräume vor dem übrigen Gewebe schon bei der Untersuchung mit der Loupe als braun gefärbte, vollkommen scharf contourirte, deutlich als Hohlräume marquirte Partien hervor. Selbst dann, wenn die Präparate längere Zeit der Belichtung ausgesetzt waren, wo sich das Parenchym diffus braun färbt, so dass es sich nicht mehr so schön von den Chylusräumen abgrenzt, als wenn es ganz ungefärbt ist, ist doch wegen der gleichzeitig eintretenden dunkleren Färbung der Chylusräume ihre Unterscheidung vom Parenchyme bei Loupenvergrösserung noch immer eine ganz deutliche. Die braungefärbten Zottenräume sammt ihren bauchigen trichterförmig von ihnen abgehenden Balkenräumen zeigen immer vielfache Faltungen, die an der Abgangsstelle der Balkenräume meist am stärksten entwickelt sind, Falten, wie sie einem nicht gefüllten Sacke wohl entsprechen. Um die Zotten sammt ihren Balken mit stärkeren Vergrösserungen untersuchen zu können, müssen dieselben mittelst zweier Nadeln unter der Loupe isolirt werden. Es zeigt sich nun vor Allem und zwar schon bei mässiger Vergrösserung, dass alle diese Räume, welche ich als eigentliche Zottenräume, sowie als Balkenräume (Chylusgefässwurzeln) beschrieben habe, von schönen, den in den Chylusgefässen der Muscularis und der Submucosa vollkommen gleichen Endothelzeichnungen ausgekleidet sind, dass diese Endothelzeichnungen sämmtliche Ausbuchtungen sowie Fortsätze des Zottenraumes und der Balkenräume vollständig überziehen, dass dieselben sich unmittelbar aus dem Zottenraume in die Balkenräume, von da in das an der Basis der Zotten befindliche Netz

von Chylusstämmen und aus diesen in die Chylusgefässe der Submucosa fortpflanzen. Diese Endothelzeichnungen sind am schönsten an mit schwacher Silberlösung injicirten Präparaten, die sehr bald nach der Aufhellung untersucht werden, zu beobachten. Denn an Präparaten, die schon längere Zeit am Lichte liegen, treten auch diffuse Färbungen des Zottenparenchyms und vor Allem der durch die Silberlinien abgegrenzten Areale ein, welche die Reinheit des Bildes beeinträchtigen. Ich will dabei bemerken, dass meine Silberpräparate sowohl in Nelkenöl als wie auch im Damarfirniss noch nachdunkeln, so dass nach einiger Zeit die Bilder viel an Schönheit verlieren.

Es bleibt aber immerhin, selbst wenn die Präparate noch so sehr nachgedunkelt sind, immer noch die scharf contourirte Form des Zottenraumes sammt allen seinen Adnexa, welche sich gegen das diffus gefärbte Zottenparenchym deutlich absetzt, erhalten. Überall, wo sich Endothelzeichnungen darstellen lassen, kann man in den Silberlinien, welche die einzelnen Areale begrenzen, an vielen Stellen schwarze Punkte und Kreise mit einem hellen Centrum sehen. Diese Bildungen, die schon His[1] sah, als er zuerst Silberzeichnungen, ganz wie ich sie im Vorstehenden beschrieben habe, im Zottenraume des Kalbes beobachtete, sind die in neuerer Zeit von Arnold[2] sowohl in den Blut- als Lymphgefässen nachgewiesenen sogenannten Stomata. Diese Punkte und Kreise sind manchmal an einer Stelle so gehäuft, dass die Silberlinien ein rosenkranzförmiges Ansehen erlangen.

Wir haben bis jetzt nur jene Chyluswege in Betracht gezogen, die sich durch Silberinjectionen als mit Endothelzeichnungen ausgekleidete Räume ergeben. Ausserdem dringt aber der Chylus in das gesammte Zottenparenchym und in die Räume zwischen den Krypten, so dass nur das Kryptenepithel frei bleibt. Solche vollständige Füllungen lassen sich durch die Injection nur schwer herstellen und zwar sind es die Räume zwischen den

---

[1] Über das Epithel der Lymphgefässwurzeln und über die von Recklinghausen'schen Saftcanälchen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie XIII. Band.

[2] Über Diapedesis Virchow's Archiv, 58. Band, II. Heft.

Krypten, welche gewöhnlich uninjicirt bleiben. Die Zotten- und Balkenräume, sowie das ganze Zottenparenchym injicirt sich ganz leicht, aber die Räume zwischen den Krypten habe ich nur selten und da über kleine Partien Schleimhaut ausgedehnt gefüllt erhalten. Doch gelingt es immerhin und zwar mit Silberlösungen leichter, als wie mit Berlinerblaulösungen, diese Räume zu füllen, wo man dann ganz analoge Bilder vor sich hat, als wie bei natürlicher Füllung. Wenn man nun eine günstig injicirte Schleimhautpartie, mit der Submucosa gegen den Beschauer gerichtet, unter das Mikroskop bringt, so erhält man ein Bild, wie ich es auf Tafel II, Figur 1 darzustellen gesucht habe. Man sieht lichte Kreise, welche ringsum von dunkelbrauner Zwischensubstanz umgeben sind. Diese Kreise stellen die Krypten vor, die dunkle Zwischensubstanz ist das Gewebe zwischen den Krypten, welches durch die eingedrungene Silberlösung braun gefärbt ist. Von der Peripherie dieser Kreise sieht man gegen das Centrum dunkle Linien ziehen, welche den Epithelgrenzen entsprechen. Es diffundirt nämlich die Silberlösung auch etwas zwischen das Epithel der Krypten, wodurch diese dunklen Linien entstehen, während in Wirklichkeit zwischen das Epithel der Krypten niemals Chylus eindringt. Ferner sieht man von sehr dunkel gefärbten Contouren umgrenzte längliche Räume, die sich wie Spalten ausnehmen. Diese Räume entsprechen den Basaltheilen der Zotten. Man kann nämlich bei tieferer Einstellung der Schraube ganz gut verfolgen, wie auf diesen Spalten als Basis je eine Zotte aufsitzt, wie diese Spalten sich unmittelbar in den Zottenraum fortpflanzen und wie sie untereinander durch weite Chylusstämme in Verbindung stehen. Diese Spalten stellen somit den optischen Querschnitt der Chylusgefässwurzeln dar. Die grössten dieser Räume entsprechen noch unzertheilten Zottenräumen, die kleineren Balkenräumen. Es muss bei Beurtheilung dieses Bildes berücksichtigt werden, dass man bei schwacher Vergrösserung in verschiedener Höhe liegende Schichten mit näherungsweise gleicher Deutlichkeit sehen kann. Der Halbschatten an den Rändern der Spalträume rührt vom Durchscheinen des dunkel gefärbten Zottengewebes her. Man sieht ferner Chylusgefässe der Submucosa, wie sie aus den Balkenräumen hervorgehen. Ich habe ferner auf Tafel II, Figur 2 und 3 mit

Silberlösung injicirte und isolirte Zotten abgebildet. Figur 2 zeigt eine einzelne Zotte. Die braunen Linien stellen die Endothelzeichnungen dar, von denen ich nur die eine Lage von Silberlinien, welche der oberen Wand der Chylusräume entspricht, gezeichnet habe, während ich die Silberlinien der unteren Lage, die bei veränderter Einstellung zu sehen sind, wegen der grösseren Klarheit der Zeichnung, ausgelassen habe. Der grosse Raum im oberen Theile der Zotte ist der Zottenraum, die Äste, die er nach Unten abgibt, sind die Balkenräume, die nur durch die Seitenlage der Zotte als in einer Ebene liegend erscheinen. Rings um den Zottenraum und seine Abflüsse sieht man das Zottenparenchym, welches, wenn auch nicht injicirt, doch gewöhnlich eine gelbliche Färbung hat, die es durch das Liegen in Nelkenöl erhält. Uebrigens habe ich in diesem Falle das Zottenparenchym injicirt vor mir gehabt, habe aber die diffuse braune Färbung, wie sie durch die Silberinjection im Parenchym entsteht, der Deutlichkeit halber nicht mit abgebildet. An der Basis der Zotte sieht man die untersten Theile von einigen Krypten, zwischen welche auch Silberlösung gedrungen. Die zwei lichten Stellen etwas über der Stelle, wo die Balkenräume vom Zottenraum abgehen, sind Inseln von Zottenparenchym, welche dadurch entstehen, dass die Wände des Zottenraumes auseinanderweichen, um sich über einer mehr oder weniger spindelförmigen Stelle wieder zu vereinigen. Auf Figur 3 habe ich zwei Zotten gezeichnet, bei welchen die Verbindung durch den Parenchymbalken etwas über dem Niveau der Krypten hergestellt wird, somit den Typus eines niederen Grades von Zwillingszotten. Man sieht die zwei Zottenräume sammt ihren betreffenden Abflüssen. Die rechte Zotte ist beim Isoliren etwas beschädigt worden, wodurch an ihrem einen Randtheil ein Theil des Parenchyms, sowie des Zottenraumes abgerissen wurde. Das Mittelstück hat seinen eigenen kleinen Zottenraum, welcher mit den beiden Hauptzottenräumen communicirt und nach Unten sich in eine Chylusgefässwurzel fortsetzt. Ich habe ferner sowohl Quer- als Längsschnitte durch mit Silber injicirte Zotten angefertigt. An diesen Schnitten konnte ich noch viel besser die oft kolossale Ausdehnung des Zottenraumes und seiner Abflüsse im Vergleiche zum Parenchym bemessen, und es zeigte sich auch,

dass die Silberlinien den Zottenraum sowie die Balkenräume unmittelbar begrenzten, dass sie in das Innere der Räume als vollkommen drehrunde Linien scheinbar vorsprangen. (Vergleiche über die Art, wie sie sich zur freien Oberfläche verhalten: Reich, „Einige mikroskopische Studien mit Silbersalpeterlösung besonders an Gefässen des Auges und anderer Organe", 67. Band der Sitzb. d. Akad.) Wenn die Schnitte durch den oberen Theil der Zotte gefallen waren, so war gewöhnlich nur ein Raum von meistens elliptischer Gestalt vorhanden, indem an der Spitze der Zotte der Zottenraum noch unzertheilt war. Fiel der Schnitt mehr gegen die Basis der Zotte, so sah man die Querschnitte der Balkenräume, welche zwei oder auch mehr an Zahl einer Zotte entsprachen.

Zur Untersuchung der Wege, die der Chylus im Zottenparenchym einschlägt, sind die Silberinjectionen nicht zu brauchen. Die Silberlösungen bringen überall, wohin sie dringen, unter dem Einflusse des Lichtes diffuse bräunliche Färbungen hervor, so dass gar keine scharfe Abgrenzung der Zellen von den Chyluswegen des Parenchyms gegeben ist. Zur Darstellung dieser Wege eignen sich wieder sehr gut die Injectionen mit Berlinerblau, welches bekanntlich nicht diffundirt. Der als Zottenraum beschriebene Antheil der Zotte stellt, wenn er mit Injectionsmasse gefüllt ist, einen tief dunkelblauen, gegen die Mitte der Zotte am dicksten gegen die Ränder sich zuschärfenden, Raum dar. Der Grund, warum der Zottenraum sich bei Füllung mit Berlinerblau nicht kugelig auftreibt, sondern immer die oben angegebene Gestalt beibehält, liegt darin, dass der Zottenraum meistens schon gegen die Mitte der Zotte zu als ein Raum zu bestehen aufhört, indem er die Chylusgefässwurzeln abgibt. Die Stellung der Zotte sowie ihre Form und die ihres Zottenraumes wird aber natürlicherweise durch den Abgang der Balken und ihrer Gefässräume beeinflusst. Die zwei im Sinne des langen Durchmessers der Basis in entgegengesetzter Richtung abgehenden Balken müssen einen Zug nach den Seiten ausüben, der die kugelige Entfaltung des Zottenraumes unmöglich macht. Ich habe mich auch überzeugt, dass bei den zungenförmigen Zotten, wo die zwei Randbalken niemals in so spitzen Winkeln abgehen, als wie bei den pfeilspitzförmigen Zotten, der Zottenraum, wenn

er gefüllt ist, sich an der Spitze viel mehr ballonförmig ausbaucht, weil eben der Zug nach den Seiten ein weit geringerer ist. Da die Balken, welche in der Richtung des kürzeren Durchmessers der Basis abgehen, einen Zug ausüben in der Richtung senkrecht auf den längeren Durchmesser, so ist es begreiflich, dass der Zottenraum in der Mitte am weitesten sich aufblähen muss, mithin dass er eine gegen die Ränder zugeschärfte Gestalt annehmen muss. Vom Zottenraum, sowie von den Balkenräumen aus, tritt die Injectionsmasse allenthalben in das Parenchym ein, und zwar in präformirte Räume, welche die Zellen des Parenchyms maschenförmig umschliessen. Ich kann da nur das von Basch schon beschriebene Verhalten wiederholen. Die Injectionsmasse, die den Zottenraum ausfüllt, steht überall durch feine Ausläufer, welche sich an der ganzen Peripherie des Zottenraumes vorfinden, mit der Injectionsmasse zwischen den Parenchymzellen in Verbindung. Die Zellen sind ziemlich dicht aneinander gelagert und lassen zwischen sich Maschen frei, welche an den Stellen, wo nur zwei Zellen zusammenstossen, ganz feine Bahnen darstellen, an den Stellen aber, wo drei oder vier Zellen einander berühren, Erweiterungen zeigen, die im Bilde nach Art der Stirn- und Hinterhauptsfontanellen geformt sind. Ich habe auf Tafel I, Figur 3, eine grosse, mit Berlinerblau injicirte Zotte nach der Natur abgebildet. Der tiefblaue Raum ist der Zottenraum, die vier Abflüsse sind die Chylusräume der Balken, welche als nicht in einer Ebene liegend zu denken sind. Ich habe der Klarheit halber nur eine Schicht von Zellen abgebildet. Hat man die ganze Zotte unter dem Mikroskop, so erhält man, da die Injectionsmasse aus den tieferen Schichten bläulich durchschimmert, den Eindruck einer diffusen Bläuung. Man kann sich jedoch einzelne Partien des Parenchyms isoliren und dann sieht man die Zellen des Parenchyms immer ganz ungefärbt, nur umsäumt von den blauen Linien, die die Chyluswege darstellen, so dass von einer diffusen Färbung an isolirten Parenchymantheilen niemals die Rede ist. Das Isoliren von einzelnen Parenchymantheilen, am besten das Halbiren der Zotte, wird so ausgeführt, dass man unter dem einfachen Mikroskop zwei Nadeln einander gegenüber in das Gewebe um die Zotte setzt und nun durch Druck und Zug die Zotte zu halbiren trachtet. Es gelingt

das in vielen Fällen ganz leicht, so dass man dann zwei vollständige Hälften der Zotte besitzt, an deren einer gewöhnlich die Injectionsmasse, die den Zottenraum erfüllte, anklebt. Man kann nun diese Injectionsmasse durch leichtes Emporheben mit der Nadel entfernen und bringt dann die beiden Zottenhälften unter das Mikroskop, wo man dann bei starken Vergrösserungen sich von der Richtigkeit des oben Angegebenen überzeugen kann. Ich habe ferner auf Tafel I, Figur 2, eine zweite kleinere Zotte abgebildet, weil dieselbe einen spitzen Ausläufer des Zottenraumes aufweist. Ein solcher Ausläufer ist insoferne sehr interessant, weil man an solchen Stellen ganz besonders schön den Uebergang der ersten Chyluswege in den Zottenraum beobachten kann. Da ein solcher spitzer Ausläufer schmal anfängt, kann man viel besser die Zuflüsse aus dem Parenchym sehen, die ihn nach und nach breiter und umfangreicher gestalten. Am gegenüberliegenden Rande der Zotte ist im Zottenraume eine kleine längliche Insel von Zottenparenchym zu sehen. Ich habe auf diesen Abbildungen die Blutgefässe sowie die Muskulatur der Zotte ausser Acht gelassen, weil diese Abbildungen nach ganzen Zotten gemalt sind, an welchen man die Gefässe und die Muskulatur nur undeutlich warnehmen kann. Nur das Blutgefäss, welches am Rande jeder Kaninchenzotte verläuft, die ganze Zotte im Bogen umgibt und in seinem ganzen Verlaufe mit dem Gefässnetze der beiden Flächen zusammenhängt, habe ich, weil es sich auch bei ganzen von den Chylusgefässen injicirten Zotten immer deutlich marquirt, durch eine helle Zone, umsäumt von einer dunklen Linie, angedeutet. Jenseits dieser Linie würde das Epithel liegen, welches von der Zotte abgestreift ist.

Ich muss jetzt noch auf mehrere Einzelheiten des Zottenbaues eingehen. Was die Blutgefässe der Zotte betrifft, so sind sie, wie Basch sowohl von ihnen, als von der Muskulatur hervorhob, in das Parenchym gleichsam eingegraben. Will man den Gefässmantel deutlich sehen, so untersucht man eine Zottenhälfte. An einer solchen sieht man die Blutgefässe ganz deutlich, vollkommen frei von Injectionsmasse mit ihren charakteristischen Maschen, ringsumgeben von den Zellen des Parenchyms, zwischen welche die Injectionsmasse eingedrungen. Die Muskeln der Kaninchenzotte zeigen in mancher Beziehung andere

Verhältnisse, als die anderer Thiere. Basch beschreibt bei seinen Untersuchungsobjecten, also beim Hund, der Katze, dem Igel, mehrere getrennte Bündel von Muskelfasern, von denen die innersten hart am Zottenraume liegen. Ich habe beim Kaninchen immer nur diese innersten Bündel warnehmen können. Es verlaufen, je einer Wand des Zottenraumes entsprechend, gewöhnlich 3 bis 4 solche Bündel, welche selbst wieder nur wenige Muskelfasern führen. Ich will dabei noch erwähnen, dass ich öfters Muskelfasern gesehen habe, die einen sehr schrägen Verlauf verfolgten, auch beobachtete ich mehrmals, dass die Muskelbündel gegen die Spitze der Zotte sich überkreuzten. Immer aber waren die Muskelfasern dicht am Zottenraum gelegen, so dass bei Silberinjectionen dieselben nur von den Silberlinien bedeckt erschienen. Von den Balkenräumen aus dringt die Berlinerblaumasse in das Parenchym der Balken, und erst wenn das ganze Zottenparenchym strotzend gefüllt ist, injiciren sich auch die Räume zwischen den Krypten. Dem entspricht auch der Vorgang bei der Resorption. Die Resorption geht, wie die natürlich gefüllten Objecte zeigen, immer zunächst von den Zotten aus. Die Räume zwischen den Krypten sind eine Art Inundationsterrain, das sich bei reichlicher Resorption anfüllt und im Laufe der Zeit wieder entleert. Hiebei gelangt, wie der Verlauf der Chyluswege zeigt, der Chylus aus den Räumen zwischen den Krypten niemals direct in die eigentlichen Chylusgefässe, sondern immer zunächst wieder in das Balkengewebe und von da in die Chylusgefässwurzeln.

Schliesslich will ich noch über das von mir angewendete, übrigens schon seit Jahren überall in Gebrauch stehende Aufhellungsmittel sprechen, das Nelkenöl, damit es Jedem, der diese Untersuchungen wiederholen sollte, dieselben klaren und vollständigen Bilder verschaffe, wie ich sie vor mir gehabt habe. Es gelingt bei dieser Behandlung ganz leicht, ganze Darmhäute oder die isolirte Schleimhaut so durchsichtig zu machen, dass man alle Verhältnisse unter dem einfachen Mikroskop auf das genaueste verfolgen kann. Es ist das deswegen von besonderem Werthe, weil es bei meinen Untersuchungen gerade darauf ankam, den Zusammenhang der Chylusräume der Schleimhaut mit den eigentlichen Chylusgefässen klarzustellen, was nur an über-

sichtlichen Präparaten bei ganz schwacher Vergrösserung zu erreichen ist. Der beiweitem grössere Vortheil des Nelkenöls besteht darin, dass die Gewebe durch dasselbe eine ziemliche Resistenz und Härte erlangen, vermöge welcher sich die Zotten, selbst wenn sie ungefüllt sind, ganz gerade aufrichten und somit den Einblick zwischen dieselben ganz frei lassen. Diese Resistenz ist aber niemals mit der Sprödigkeit und hauptsächlich niemals mit der Schrumpfung verbunden, wie sie z. B. bei Terpentinbehandlung eintritt. Selbst bei Präparaten, die lange Zeit in Alkohol lagen, wo die Zotten gewöhnlich sehr geschrumpft und zusammengefaltet sind, richten sich die Zotten, nachdem sie kurze Zeit in Nelkenöl gelegen, wieder ganz auf und erlangen ihre ursprüngliche Form vollkommen wieder. Soweit mir die üblichen Behandlungsmethoden bekannt sind, glaube ich kaum, dass man bei einer anderen die Resistenz erzielt, vermöge welcher es gelingt, die Zotten leicht und ganz unbeschädigt zu isoliren und zu halbiren. Meine Schnitte wurden alle in der Weise angefertigt, dass die gefärbten oder ungefärbten Schleimhautpartien, nachdem sie in Alkohol entwässert worden waren, in Nelkenöl gebracht wurden, wo sie erst die zum Schneiden nöthige Härte erlangten, dann mit Terpentinöl geschnitten und wieder in Nelkenöl angesehen wurden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Figur 1. Chylus und Blutgefässe vom Darm des Kaninchens. Chylusgefässe: blau, Blutgefässe: gelb.

Figur 2. Eine Zotte vom Kaninchen von den Chylusgefässen aus mit Berlinerblau injicirt. Der Zottenraum zeigt einen spitzen Ausläufer.

Figur 3. Eine Zotte vom Kaninchen von den Chylusgefässen aus mit Berlinerblau injicirt.

Tafel II.

Figur 1. Eine mit Silberlösung injicirte Schleimhautpartie des Kaninchendarmes, mit der Submucosa gegen den Beschauer gerichtet.

Figur 2. Eine Zotte vom Kaninchen mit Silberlösung injicirt.

Figur 3. Ein leichterer Grad von Zwillingszotten, Silberinjection.

Bei Figur 2 und 3 ist die braune Färbung des Parenchyms, wie sie durch die Silberinjection entsteht, weggelassen.

Figu

Figu

Figu

Figu

Figu
Figu

durcl

Die Milzbrandbacterien und ihre Vegetationen in der lebenden Hornhaut.

Von Prof. Dr. **A. Frisch** in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

Seit Pollender und Brauell die stäbchenförmigen Körper im Blute milzbrandkranker Thiere entdeckten, sind diese Gebilde von einer grossen Zahl von Forschern in den Kreis ihrer Untersuchungen gezogen worden und die Literatur weist eine ansehnliche Menge von Abhandlungen auf, welche sich mit der Ergründung der Natur dieser Körperchen und ihrer Beziehung zum Milzbrand beschäftigen. Dennoch gehen die Ansichten über die Natur der Stäbchen, sowie über ihre Bedeutung für das Milzbrandcontagium heute noch ziemlich weit auseinander. Während von einer Seite behauptet wird, die stäbchenförmigen Körper seien die Träger des Milzbrandgiftes, wird von anderer Seite denselben jede Bedeutung für die Milzbranderkrankung abgesprochen. Nicht anders steht es mit der Frage, was für Gebilde die stäbchenförmigen Körper eigentlich seien. Sie wurden im Laufe der Zeit für pflanzliche oder thierische Organismen, für Gewebstrümmer, Gerinnungen, Blutkrystalle u. dgl. erklärt. Während in letzterer Zeit ihre pflanzliche Natur durch zahlreiche Untersuchungen ziemlich sicher gestellt schien, erklärte sie Harz [1] jüngst wieder für nicht organisirte Gebilde.

---

[1] Zur Kenntniss der sogenannten Milzbrandbacterien (*Bacter anthrac.* Bollinger. *Bacillus anthracis* Cohn), Centrbl. f. d. med. Wissensch., 1876, Nr. 16. Da Harz nur Thesen aufstellt, dieselben aber bis jetzt nicht begründet, kann auf seine Behauptungen selbstverständlich nicht näher eingegangen werden.

Die Thatsache, dass nach Impfung der lebenden Kaninchencornea mit pilzhaltigen Flüssigkeiten zunächst eine lebhafte Vermehrung und charakteristische Ausbreitung der eingeimpften Pilze in dem Corneagewebe vor sich geht, war die nächste Veranlassung zu den nachfolgenden Untersuchungen[1]. Es war von vorneherein ziemlich wahrscheinlich, dass durch Impfungen der lebenden Kaninchencornea mit stäbchenhaltigem Milzbrandblute in der Frage über Wesen und Bedeutung dieser Körperchen sich Manches klar stellen liesse, insoferne sich für diese Untersuchungsmethode nachfolgende Gesichtspunkte darboten:

1. Entstehen nach Impfung der lebenden Cornea mit stäbchenhaltigem Milzbrandblut Vegetationen dieser Stäbchen in der Cornea, so kann darüber kein Zweifel mehr sein, dass man es mit organisirten Gebilden zu thun hat.

2. Sind die stäbchenförmigen Körper die Träger des Milzbrandcontagiums, so ist es möglich, dass durch eine rapide Vermehrung und lebhafte Vegetation derselben in der Cornea eine Allgemeininfection (Erkrankung an Milzbrand) zu Stande kommt.

3. Das Ergebniss der Blutuntersuchungen bei Milzbrand ist bis heute (neben Obermeiers Recurrensspirillen) die einzige erwiesene Thatsache, welche für die Existenz eigener „pathogener" Organismen im Blute spricht, die Stäbchen des Milzbrandblutes sind die einzigen derartigen Organismen, auf welche diese Bezeichnung im wahren Sinne noch anwendbar wäre. Es ist bis jetzt nicht gelungen, durch Impfung der lebenden Cornea mit stäbchenförmigen Pilzen (Bacterien), welche den verschiedensten putriden Substanzen entnommen waren, eine Vermehrung und Wucherung von Stäbchenformen in der lebenden Cornea zu er-

---

[1] Impfungen der lebenden Cornea mit Milzbrandstäbchen wurden, wenn auch in geringer Zahl und nicht in ganz vorwurfsfreier Weise schon von Eberth angestellt. (Zur Kenntniss der bacteritischen Mykosen, Leipzig 1872). Verschiedene äussere Umstände hinderten ihn, diese Untersuchungen zum Abschluss zu bringen (l. c. pag. 25). Aus einer späteren kurzen Mittheilung Eberth's über Milzbrandimpfungen (Untersuchungen aus dem pathologischen Institute zu Zürich, II. Heft, 1874, pag. 36), ist, da er keine neuen Resultate verzeichnet, nicht zu entnehmen, ob ihm seitdem neues Versuchsmaterial zu Gebote stand.

zielen. Die Vegetationen in der Cornea erscheinen immer aus kugeligen Formen gebildet. Da die Milzbrandstäbchen sich von den Bacterien, welche sich in faulenden Aufgüssen, in Entzündungsproducten, im Harne, in saurer Milch etc. vorfinden, so wesentlich unterscheiden, dass sie mit diesen nach einiger Übung und bei genauerer Betrachtung gar nicht verwechselt werden können, könnte vielleicht, wenn sich ihre Vegetationen in der Cornea in anderer Weise als bei anderen Bacterien gestalten, ein Grund mehr für die Annahme gefunden sein, dass die stäbchenförmigen Körper des Milzbrandblutes eine eigene nur an eine bestimmte Krankheitsform gebundene Species der Bacterien darstellen.

Ehe ich mit der Schilderung der Corneaimpfungen beginne, muss ich eine Beschreibung der im Milzbrandblute vorkommenden stäbchenförmigen Gebilde voranschicken, einestheils um sicher zu stellen, dass ich es in den nachfolgenden Versuchen wirklich nur mit den pathogenen Stäbchen des Milzbrandes zu thun hatte, anderntheils weil über die Natur dieser Stäbchen (ihre Form, Grösse, Bewegungsfähigkeit, über ihre Entwicklung und ihren endlichen Zerfall) die Angaben der Beobachter weder übereinstimmend noch correct und erschöpfend sind, und die mir bekannten Abbildungen von Milzbrandstäbchen keine richtigen Vorstellungen von denselben zu geben im Stande sind.

Alle folgenden Angaben beziehen sich auf Blut, welches unmittelbar nach dem Tode Thieren entnommen wurde, die unzweifelhaft an Milzbrand zu Grunde gegangen waren. Eine etwaige Verwechslung mit Fäulnissbacterien muss also von vorneherein ausgeschlossen werden. Die Blutproben wurden ohne Zusatz irgend einer Flüssigkeit untersucht; es ist selbstverständlich, dass Instrumente sowohl als Objectträger und Deckgläser mit der grössten Sorgfalt gereinigt waren und dadurch eine Beimengung fremder Elemente nach Thunlichkeit hintangehalten wurde.

Die Stäbchen fanden sich in dem Blute fast aller an Impfmilzbrand gestorbenen Thiere. Es sind durchwegs feine, platte, von vollkommen geraden Contouren begrenzte, gleichmässig dicke, ziemlich stark lichtbrechende stabförmige Körper, an welchen keine Einschnürungen, wohl aber sehr zarte Querstreifen als Ausdruck einer Gliederung zu sehen sind. (Fig. 1,

a, *α*) Die grosse Mehrzahl der Stäbchen zeigt drei solcher feiner Querstreifen, durch welche dieselben als aus vier gleich grossen Stücken gebildet erscheinen. Neben diesen viergliedrigen Stäbchen, welche theils gerade gestreckt, theils in der Mitte geknickt erscheinen, finden sich auch zweigliedrige, welche halb so lange wie die vorigen sind. Diese zweigliedrigen Stäbchen sind die kleinsten normaler Weise vorkommenden selbständigen Elemente, aus welchen die verschiedenen Formen sich zusammensetzen. Ich sah sie niemals weiter in einzelne Glieder zerfallen.

Dieses Normalstäbchen, dessen beide Stücke länger als breit sind, wäre nach der gebräuchlichen Nomenclatur als Diplobacterie zu bezeichnen.

Die viergliedrigen Formen sind im Blute in weitaus grösserer Zahl vorhanden als die zweigliedrigen. Sie bilden durch Aneinanderreihung zu zwei, drei, zehn und mehr viergliedrigen Elementen Ketten, die zuweilen als gestreckte sehr lange Fäden erscheinen, zuweilen vielfach geknickte oder gewundene Formen darstellen. Bei Strömungen in der Flüssigkeit, in welcher diese Kettenformen suspendirt sind, sieht man deutlich, dass die Einknickungen am leichtesten und schnellsten dort entstehen, wo ein viergliedriges Stäbchen an das nächste stösst, während in der Mitte der viergliedrigen Stäbchen, also dort, wo die beiden Diplobacterien zusammenhängen, Einknickungen schwerer und nur unter stumpferen Winkeln zu Stande kommen. Hieraus lässt sich schliessen, dass die Verbindung zweier Diplobacterien zu einem viergliedrigen Stäbchen eine festere ist, als die Vereinigung dieser untereinander zu längeren Formen. Neben den viergliedrigen Stäbchen und den aus diesen gebildeten Streptobacteria-Formen finden sich auch Stäbchen und Ketten, welche aus einer ungeraden Anzahl von Diplobacterien zusammengesetzt sind, in grösserer oder geringerer Menge. Die weit auseinandergehenden Angaben, welche man über die Grösse der Milzbrandstäbchen in der Literatur findet, erklären sich wohl daraus, dass man einmal die Länge der einfachen Diplobacterien, ein anderesmal jene der Doppelformen oder drei- und mehrgliederiger Ketten bestimmte und wiewohl die Andeutung einer Gliederung der Stäbchen längst bekannt und von

verschiedenen Forschern erwähnt wurde, man sich doch nicht darüber einigte, welche Form als das Einzelindividuum zu betrachten sei.

Die Milzbrandstäbchen sind nicht cylindrisch, sondern platt, bandförmig. In jedem Blutpräparate kann man neben zahlreichen breiteren hellen Bacterien einige ausserordentlich feine, dunklere Stäbchen constatiren. (Fig. 1, *a*, *β*.) Man überzeugt sich leicht, dass man dieselben Körperchen vor sich hat; sie sind gegen die anderen Stäbchen um 90° gedreht, so dass man bei Aufsicht nicht ihre Breiten-, sondern ihre Tiefendimension wahrnimmt. Letztere steht also gegen erstere beträchtlich zurück, und erscheint in der That unmessbar. Am leichtesten lassen sich diese Verhältnisse an Stäbchen erkennen, welche um ihre Längsaxe eine Torsion erlitten haben. (Fig. 1, *a*, *γ*.) Man sieht dann das Stäbchen an den beiden Enden von der breiten Seite; in der Mitte erscheint es am schmälsten, und mit ausreichenden Vergrösserungen gelingt es ohne Mühe durch sorgfältige Einstellung die an dem einen Ende nach rechts gelegene Kante, über die Mitte erst aufsteigend, dann wieder absteigend nach der linken Seite des andern Endstückes zu verfolgen. Kann man nun noch ein solches Stäbchen bei Strömungen in der Flüssigkeit verfolgen, während es sich um seine Längsaxe wälzt, oder wird durch die Bewegungen in der Flüssigkeit die Drehung im Verlaufe des Stäbchens wieder behoben, so dass es der ganzen Länge nach entweder von der schmalen oder von der breiten Seite zu Gesicht kommt, was ganz häufig der Fall ist, so wird die Richtigkeit obiger Thatsache ganz sichergestellt.

Bollinger, welchem wir eine Reihe verdienstvoller Arbeiten auf dem Gebiete der Thiermedicin verdanken und von dem auch die letzten ausführlicheren Untersuchungen und Mittheilungen über Milzbrand herrühren, erwähnt, dass jedes Milzbrandstäbchen aus „kugeligen oder kurzcylindrischen Gliederzellen — Kugelbacterien — zusammengesetzt sei.“[1] Es scheint

---

[1] Dr. O. Bollinger: Beiträge zur vergleichenden Pathologie und pathologischen Anatomie der Hausthiere. II. Heft. Zur Pathologie des Milzbrandes, München 1872, pag. 70 und H. v. Ziemssen, Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie, III. Band, Leipzig 1874. Bollinger: Infectionen durch thierische Gifte. Milzbrand, pag. 464.

mir, abgesehen davon, dass es nach unseren jetzigen Kenntnissen über die Coccobacteria[1] nicht angeht, „kugelige oder kurzcylindrische Gliederzellen" unter dem gemeinsamen Namen „Kugelbacterien" (Coccus) zusammenzufassen, allerdings möglich, die einzelnen Glieder der Milzbrandstäbchen für cylindrisch zu halten, niemals aber gewähren diese Körperchen im frischen Zustande ein Aussehen, als ob sie aus kugeligen Formen zusammengesetzt seien. Die Abbildungen, welche Bollinger von Milzbrandbacterien gibt, dürften kaum Anspruch darauf machen, eine naturwahre und deutliche Darstellung derselben im frischen Zustande zu geben. Fig. 1 der Tafel I (Bollinger, Beiträge etc. II. Heft) ist wohl nach einem frischen Präparate gezeichnet, lässt aber die Details wegen zu geringer Vergrösserung (Hartnack, Obj. 7, ocul. 3) nicht erkennen. Fig. 2 zeigt Milzbrandbacterien, welche zuerst „in geringem Grade durch Wasser aufgequollen" dann eingetrocknet waren und „nach 2 Monaten wieder aufgeweicht" wurden.[2] Man darf sich nicht wundern, wenn diese Stäbchen mit frischen Milzbrandbacterien nur wenig Ähnlichkeit haben. Fig. 3, Taf. II, stellt Milzbrandstäbchen „durch Wasserzusatz künstlich aufgequollen" 2 Tage nach dem Tode des Thieres, also auch nicht in ihrer natürlichen Form dar. Ebenso ist Fig. 4, Taf. III, nach einem „frischen Präparate 3 Tage nach dem Tode des Thieres" gezeichnet und auch diese Stäbchen sind durch Wasserzusatz künstlich aufgequollen. In der Erklärung dieser Tafel heisst es: „Die Zusammensetzung der Cylinderbacterien aus Kugelbacterien sehr deutlich." Wenn man sieht, mit welcher ängstlichen Sorgfalt in dieser Zeichnung die Zerstreuungskreise um jedes einzelne Körnchen und die dunklen Punkte in deren Mitte copirt sind, kann man den Verdacht nicht unterdrücken, dass das Object bei falscher Ein-

---

[1] Billroth: Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica*, Berlin, 1874.

[2] Nach Bollinger sollen die Milzbrandbacterien durch rasches Eintrocknen in dünnen Lagen an freier Luft mit oder ohne vorherigen Wasserzusatz in ihrer ursprünglichen Form erhalten bleiben. Nach meinen Erfahrungen werden die Milzbrandstäbchen durch diese Conservirungsmethode fast aller ihrer charakteristischen Merkmale beraubt.

stellung der Linse gezeichnet wurde [1] und es kann demzufolge aus den undeutlichen und scheinbar kugeligen Formen kein Schluss auf die wahre Gestalt dieser Körperchen gestattet sein[2]. Wenn daher Bollinger an einer späteren Stelle[3] sagt: „Die Vermuthung von F. Cohn, dass die contagiösen Bacterien alle in die Classe der Kugelbacterien gehören, und dass hieher vielleicht auch die Bacteridien Davaine's zu rechnen seien, kann ich somit für die Milzbrandbacterien bestätigen", so glaube ich, dass diese Bestätigung keineswegs erbracht sein dürfte, und ich werde später noch darauf zurückkommen, dass die Bacterien des Milzbrandes sich gerade dadurch charakterisiren, dass sie unter Verhältnissen, wo alle anderen Bacterien in Kugelformen zerfallen, ihre Stäbchenform unverändert beibehalten.

Auch die Abbildung, welche Cohn von den Milzbrandstäbchen gibt (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, III. Heft, Tafel V, Fig. 9) gibt keine ganz richtige Vorstellung von dem wahren Aussehen dieser Gebilde.[4]

Die Milzbrandbacterien sind meist ruhend, doch kann man an denselben zuweilen auch selbständige Bewegungen beobachten. In drei Fällen, (jedesmal war das Blut der Leiche des Thieres unmittelbar nach dem Tode entnommen und ohne Zusatzflüssigkeit unter das Mikroskop gebracht) konnte ich diese Bewegungen in allen von dem betreffenden Blute angefertigten Präparaten constatiren. Die Bewegungen sind nicht sehr lebhaft und lassen sich in keiner Weise mit denen der Fäulnissbacterien vergleichen. Die zwei- und viertheiligen Stäbchen durchwandern

---

[1] Die Zeichnungen wurden nicht von Bollinger selbst angefertigt.

[2] Fig. 8 und Fig. 9 in dem Aufsatze über Milzbrand in Ziemssen's Handbuch sind Copien der Fig. 1 und 3 aus der citirten Monographie. Es ist daher über diese Abbildungen nichts Neues zu bemerken. Durch die Übertragung auf den Holzstock haben sie an Deutlichkeit nichts gewonnen.

[3] Zur Pathol. d. Milzbrandes, pag. 74.

[4] Cohn konnte sich übrigens auch nicht von einer rosenkranzähnlichen Zusammensetzung der Anthraxbacillen aus Kugelbacterien überzeugen, l. c. pag. 200. Ebenso leugnet Siedamgrotzky (Zur Kenntniss der Milzbrandbacterien. Deutsche Zeitschrift f. Thiermedicin und vergleich. Pathologie, I. Band, pag. 254) Einschnürungen der Längscontouren „wie man sie aus den Abbildungen Bollinger's schliessen könnte".

das Gesichtsfeld, indem sie sich mit ihrer Längsaxse abwechselnd nach rechts und links wenden, so dass sie ihren entweder gerade verlaufenden oder im Bogen beschriebenen Weg in einer vielfach gebrochenen Linie zurücklegen. Dabei entstehen zeitweilig Knickungen der Stäbchen, welche sich im Vorwärtsschreiten wieder ausgleichen. Die Kettenformen zeigen eine aalartig schlängelnde Bewegung. Wenn die Körperchen auf ein Hinderniss stossen, suchen sie dasselbe zuerst durch fortgesetzte Pendelschwingungen zu überwinden und biegen, wenn diess nicht gelingt von dem eingeschlagenen Wege seitwärts ab, oder durchlaufen denselben Weg nach rückwärts mit dem hinteren Ende voraus. Alle diese Bewegungen sind langsam und lassen sich auch noch mit den stärksten Vergrösserungen leicht verfolgen.

Fast alle Forscher erklären die Milzbrandbacterien für ruhende Stäbchen. Brauell[1] beschreibt Bewegungen der Milzbrandstäbchen, behauptet aber, dass die anfangs bewegungslosen Stäbchen erst am dritten Tage beweglich werden. Bollinger[2], der die Milzbrandbacterien immer nur ruhend gesehen hat, will diese Beobachtung Brauell's durch eine Verwechslung mit den inzwischen im Blute entstandenen Fäulnissbacterien erklären. Gegen diese Deutung spricht wohl zunächst der Umstand, dass Fäulnissbacterien, wie Bollinger selbst zugesteht, mit den Milzbrandbacterien kaum zu verwechseln sind, am allerwenigsten, wenn sie in einem und demselben Präparate nebeneinander vorkommen. Brauell beschreibt nun allerdings Körperchen im Milzbrandblute, welche mit den echten Milzbrandstäbchen wenig Aehnlichkeit haben und schildert einen Vorgang der Entstehung beweglicher Stäbchen aus zerfallenen Milzbrandkörperchen[3] der den Verdacht einer Verwechslung mit Fäulnissbacterien rege macht; doch erzählt derselbe Autor später[4] in ausführlicher Weise, wie anfangs unbewegliche

---

[1] Versuche und Untersuchungen betreffend den Milzbrand des Menschen und der Thiere. Virchow's Archiv, Band 11, pag. 139.

[2] Zur Pathologie des Milzbrandes, pag. 72.

[3] Weitere Mittheilungen über Milzbrand und Milzbrandblut. Virchow's Archiv, Band 14, pag. 454.

[4] Virchow's Archiv, Band 14, pag. 456.

Milzbrandstäbchen, welche er lange Zeit hindurch in demselben Präparate beobachtete, unter seinen Augen Bewegungen an nahmen, „ohne das geringste Zeichen des Zerfalls oder der Auflösung“ erkennen zu lassen. „Obgleich Irrthum bei Beobachtungen“, fügt Brauell dieser Schilderung hinzu, „namentlich mikroskopischen, möglich ist, so fand doch bei diesen eben mitgetheilten ein solcher sicher nicht statt, denn es war im vorliegenden Falle Nichts zu deuten, sondern nur mit offenem Auge zu sehen und was ich eben beschrieben, das habe ich nicht einmal, sondern zu wiederholten Malen gesehen“. Obgleich es mir nicht gelungen ist, mich von Brauell's Angaben zu überzeugen, glaube ich doch, dass daran nicht zu zweifeln ist, um so mehr da ja Bewegungen an Milzbrandstäbchen schon wenige Stunden nach ihrem Auftreten in der That beobachtet werden können.

Delafond[1], welcher behauptete, die Stäbchen werden erst am 10. Tage beweglich, dürfte wohl Fäulnissbacterien vor sich gehabt haben. Grimm[2] beschreibt Bewegungen der Fäulnissbacterien und sagt, dass auch die Milzbrandbacterien dieselben Bewegungen zeigen. Die übrigen Angaben dieses Beobachters sind aber von so zweifelhafter Art und seine Darstellungsweise ist so wenig Vertrauen erweckend[3], dass es nicht Wunder nehmen kann, wenn diese Beobachtung, wie alle übrigen, nicht weiter beachtet wurde.

Um zu entscheiden, ob die Milzbrandbacterien einer Weiterentwicklung oder Vermehrung fähig seien, welche der directen Beobachtung zugänglich ist, wurde eine doppelte Reihe von Untersuchungen angestellt: Blut, welches Milzbrandstäbchen enthielt, wurde unmittelbar nach dem Tode des Thieres theils in offenen Uhrschälchen, theils in verkorkten Fläschchen gleichzeitig an einem kühlen Orte und im Brütkasten bei einer Temperatur von 38 bis 40° Celsius aufbewahrt und von Zeit zu Zeit mikroskopisch untersucht. Der Cadaver des an Milzbrand verendeten Thieres blieb dieselbe Zeit hindurch liegen,

---

[1] Recueil d. méd. vétér. 1860.

[2] Zur Naturgeschichte der Vibrionen, Archiv für mikroskop. Anatomie, VIII. Band, pag. 520.

[3] Man vergleiche: O. Grimm, Zur Pathologie des Milzbrandes. Virch. Archiv, Band 14, pag. 262.

und auch von diesem wurde in gleichen Zeitabschnitten ein Tropfen Blut aus dem Herzen oder den Gefässen entnommen und unter das Mikroskop gebracht. Dass die Milzbrandbacterien bei beginnender Fäulniss des Blutes und mit dem Erscheinen der Fäulnissbacterien zu Grunde gehen, darin stimmen alle Beobachter überein. Bevor aber noch die ersten Anzeichen der Fäulniss sich zeigen, liessen sich an den Milzbrandstäbchen Veränderungen beobachten, welche zwar nicht immer aber doch in einer grossen Zahl der Fälle in gleicher Weise eintraten. Es scheint, dass nicht jedes Blut und nicht jede Vegetation von Milzbrandbacterien die Bedingungen für diese Veränderungen in sich schliesst.

Die Blutproben, welche im Brütofen einer Temperatur von 38 bis 40° Celsius ausgesetzt waren, verfielen so rasch der Fäulniss, dass die Stäbchen des Milzbrandblutes in den massenhaft auftretenden Fäulnisselementen sich bald der Beobachtung entzogen. An jenen Blutmengen jedoch, welche in niedrigere Temperatur gebracht wurden, sowie an den in den Kellern aufbewahrten Thiercadavern liessen sich mit grosser Übereinstimmung in mehreren Fällen folgende zwei Arten von Metamorphosen der Milzbrandstäbchen nachweisen:

1. Die Stäbchen, welche im frischen Zustande ein vollkommen homogenes Aussehen hatten, erschienen am Ende des zweiten Tages wie getrübt, ausserordentlich fein granulirt. 24 Stunden später war an diesen Stäbchen, welche in Bezug auf Grösse und äussere Umrisse noch keine Veränderung zeigten, eine zarte Hülle und ein in einzelne Kügelchen zusammengeballter Inhalt zu unterscheiden. Diese Kügelchen haben zum grössten Theil einen Durchmesser, welcher kleiner ist als die Breite der Hülle, so dass sie dieselbe nicht auf beiden Seiten mit ihrer Oberfläche berühren. Sie liegen nicht in geschlossener Reihe, sondern in ungleichen Abständen von einander, theils an der Wand, theils in der Mitte des Schlauches. Diese Umstände benehmen dem Einwand, als habe man nichts Anderes als ein Zerfallen der Stäbchen in die sie zusammensetzenden „Kugelbacterien“ vor sich, alle Wahrscheinlichkeit. Am 4. Tage, zuweilen auch noch am Ende des dritten, jedenfalls aber bald nach der erfolgten Zusammenballung des Plasma's, verlieren die Stäbchen ihre

gerade gestreckte Form und ihre scharfen Contouren. Sie erscheinen gekrümmt, die Hülle ist stellenweise gefaltet oder geknickt; von der ursprünglichen regelmässigen Gliederung ist Nichts mehr wahrzunehmen. (Fig. 1, *b*) Vom fünften Tage angefangen, selten früher, findet man leere Schläuche einzeln oder zu kleinen Häufchen aggregirt. (Fig. 1, *c*, α, β). Neben diesen zeigt die Flüssigkeit einzelne und zu Gruppen vereinigte kleine, gelbliche, kugelige Körperchen (Fig. 1, *c*, γ), offenbar den nunmehr freigewordenen Inhalt der Schläuche. Soweit konnte ich diesen Vorgang verfolgen, ohne durch das Auftreten von Fäulnisselementen in der Beobachtung gestört zu werden. Die Frage, ob aus den freigewordenen kugeligen Körperchen wieder Bacterien sich entwickeln können, kann ich nicht beantworten. Mit dem Erscheinen der Fäulnissorganismen wird jede weitere Beobachtung illusorisch, da man diese Kügelchen von den anderen zahlreichen Coccusformen nicht mehr auseinanderhalten kann. So viel aber ist sicher, dass vom Beginne der Fäulnissvegetationen bis zu deren Ende, der endlichen Auflösung aller Organismen in einen molecularen Detritus, in keinem Stadium in dem Blute wieder Bacterien zu finden sind, welche die charakteristischen Merkmale der Milzbrandbacterien zeigen.

Die eben beschriebenen Vorgänge waren hauptsächlich an jenen Blutmengen zu beobachten, welche in flachen Uhrschalen in der feuchten Kammer aufbewährt wurden. Diese Metamorphose der Bacterienkörper zu kleinen Kügelchen ist Nichts den Milzbrandstäbchen als solchen Eigenthümliches, vielmehr kann diese Umwandlung an allen Formen der Fäulnissbacterien oft und deutlich verfolgt werden.[1]

2. In dem Blute der an Milzbrand verendeten Thiere, welche im Keller liegen gelassen wurden und in jenen Blutproben, welche in verschlossenen Fläschchen aufbewahrt wurden, fanden sich am 6. bis 8. Tage neben vielen unverändert erhaltenen Milzbrandstäbchen jene Formen von Bacterien, welche Billroth[2] Helobacterien nennt. Es sind dies „nagelartig aus-

---

[1] Vergl. Billroth: Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica* etc., Berlin 1874, pag. 21 und Taf. IV, Fig. 36.

[2] L. c. pag. 22 und Taf. IV, Fig. 37.

sehende" Körperchen, welche aus einem stark glänzenden scharfcontourirten Kügelchen und einem damit zusammenhängenden ausserordentlich blassen und zarten Stäbchen bestehen. Zuweilen tragen die Stäbchen an beiden Enden diese glänzenden rundlichen Körperchen, welche sich später von ihnen ablösen und auch frei in der Flüssigkeit gefunden werden. (Fig. 1, *d.*) In der Bildung dieser geknöpften Bacterienformen, für welche man gleichfalls in der Entwicklung der Fäulnissbacterien ein Analogon findet, hat man die Entstehung von Dauersporen (Billroth)[1] vor sich. Das blasse Anhängsel der glänzenden Kügelchen stellt die zusammengefallene Plasmahülle vor, die Kügelchen selbst, welche sich durch ihren starken fettartigen Glanz und ihre scharfen Contouren sowie durch ihre Grösse[2] von den bei der früher beschriebenen Metamorphose frei werdenden Kügelchen unterscheiden, sind das zu Dauersporen umgewandelte Plasma der Stäbchen. Die Entstehung von Dauersporen beobachtet man bei Fäulnissbacterien am leichtesten, wenn Aufgüsse faulender Gewebe bei Absperrung der Luft aufbewahrt werden oder wenn man Fleischstückchen in Paraffin oder Oel luftdicht einschliesst. (Billroth, l. c. pag. 23.) Man sieht, dass in den vorliegenden Versuchen sich das Milzbrandblut unter analogen Verhältnissen befand.

Man könnte mir hier allerdings den Einwand machen, dass die Helobacterien, welche ich in dem Milzbrandblute fand, möglicherweise in keinem Zusammenhange mit den Milzbrandstäbchen stehen, dass es sich um Dauersporenbildung in Fäulnissbacterien, welche inzwischen in dem Blute entstanden seien, handeln könnte, umsomehr, da ich den Übergang der Milzbrandstäbchen in jene geknöpften Formen nicht direct beobachten konnte. Dagegen habe ich Folgendes zu bemerken:

1. Es gelang mir in zwei Fällen dieselben Helobacterien, wie sie in dem unter Abschluss der Luft aufbewahrten Blute vorhanden waren, in der Milz von Thieren, welche an Impfmilzbrand verendet waren, unmittelbar nach dem Tode zu constatiren.

---

[1] L. c. pag. 22, 23.

[2] Sie sind fast durchwegs um das 4- bis 10fache grösser als die bei dem sub 1 erwähnten Vorgang entstehenden Kügelchen.

Sie stimmten in Form, Grösse und Aussehen vollkommen mit den ersterwähnten überein. In dem einen Falle[1] fanden sich in dem Blute des Thieres zahlreiche, in der Umgebung der Impfstelle spärliche unveränderte Milzbrandstäbchen, in dem zweiten Falle[2] waren im Blute des Thieres nur wenige, in der Umgebung der Impfstelle zahlreiche[3], in der Milz aber in beiden Fällen auch nach genauester Untersuchung und Anfertigung zahlreicher Präparate gar keine normalen Milzbrandstäbchen, sondern nur Helobacterien und freie Dauersporen nachzuweisen. In diesen beiden Fällen kann von einer Verwechslung mit Fäulnissbacterien keine Rede sein.

2. Ich konnte die Entstehung echter charakteristischer Milzbrandstäbchen aus Dauersporen durch Impfungen der lebenden Cornea sicherstellen. Hierauf komme ich bei der Beschreibung der Hornhautimpfungen zurück.

Brauell beschrieb schon im Jahre 1857[4] den Vorgang der Dauersporenbildung in Bacterien. Er constatirte in Milzbrandblut, welches er lange Zeit hindurch stehen liess und von Zeit zu Zeit untersuchte, das Auftreten „kleiner, runder, bläschenartiger Molecüle“, deren genetische Beziehung zu den Bacterien er insoferne nachweisen konnte, als er daneben die beschriebenen geknöpften Formen fand und das Ablösen des Kügelchens von dem blassen Stäbchen direct beobachtete. Leider ist aus der Beschreibung dieser Beobachtung nicht mit Sicherheit festzustellen, ob es sich dabei wirklich um Dauersporenbildung in den Milzbrandbacterien handelte. In einer späteren Mittheilung[5] schildert derselbe Autor die Entstehung beweglicher Stäbchen aus den Zerfallsproducten der unbeweglichen Milzbrandbacterien. Sie sollen einfach durch

---

[1] Vergl. Fall VI, 1 der Tabelle.

[2] Vergl. Fall XIII, 4 der Tabelle.

[3] Bollinger (Zur Pathol. d. Milzbr.) macht darauf aufmerksam, dass die Milzbrandbacterien unter Umständen auch local im Blute milzbrandiger Thiere vorkommen können, dass sie namentlich in der Umgebung der Impfstelle in grosser Zahl vorhanden sein können, während man sie in anderen Körpertheilen vermisst.

[4] Virch. Arch. B. 11, pag. 140.

[5] Virch. Arch. B. 14, pag. 454.

Aneinanderreihung der Molecüle zu Stande kommen, durch fortwährende Anlagerung neuer Körnchen wachsen und in dem Maasse an Zahl und Grösse zunehmen, als sich die Molecülarmasse vermindert. Da Brauell in derselben Arbeit das schon früher erwähnte Beweglichwerden unbeweglicher Milzbrandstäbchen beschreibt, die Identität der beweglichen und unbeweglichen Stäbchen ausdrücklich constatirt und diese Entstehung beweglicher Stäbchen aus den Molecülen unbeweglicher nur als eine zweite Art des Vorgangs auffasst, so ist anzunehmen, dass er die neu entstandenen Coccusketten (denn um solche scheint es sich zu handeln) gleichfalls für identisch mit den Milzbrandstäbchen hält. Ich glaube mit Sicherheit behaupten zu können, dass Brauell hier einem Irrthume unterlegen ist und Fäulnissorganismen vor sich hatte. Bollinger[1] fand in dem Blute einer Katze, welche 26 Stunden nach der Impfung mit bacterienhaltigem Milzbrandblut verendete, „kleine, punctförmige, glänzende Körperchen“ aber keine Stäbchen. Von dem Blute dieses Thieres wurden Präparate angefertigt und dieselben zu verschiedenen Zeiten wieder untersucht. Nach 42 Stunden entdeckte Bollinger in diesen Blutpräparaten eine „Unzahl von stäbchenförmigen Körpern, wie sie für den Milzbrand charakteristisch sind“. Er zweifelt nicht daran, dass sie sich aus den „punktförmigen Keimen (Kugelbacterien)“ entwickelt hatten wiewohl er den Vorgang nicht direct verfolgen konnte. Wie Bollinger weiter zu dem Schlusse kommt „die Bacterienkeime vermehren sich fortwährend durch Zweitheilung und setzen in Reihen vereinigt die Stäbchen (Cylinderbacterien, Mesobacterien) zusammen, welche an allen Punkten gleichmässig durch Zelltheilung wachsen“[2], ist aus der mehrerwähnten Monographie nirgends zu entnehmen. Siedamgrotzky[3] findet, „dass neben den Stäbchen stets, wenn auch in wechselnder Zahl, die von Bollinger als Bacterienkeime bezeichneten Gebilde sowohl an der Impfstelle, als im Blute, während des Lebens und nach dem Tode“ vorhanden seien. Er will diese Bacterienkeime als

[1] Zur Pathol. d. Milzbrandes, pag. 62.

[2] Ibidem, pag. 74.

[3] Zur Kenntniss der Milzbrandbacterien, Deutsche Zeitschrift f. Thiermedicin und vergleichende Pathologie, I. Band, 4. Heft, pag. 253.

Granula in weissen Blutkörperchen wiedererkennen und darin dass man hin und wieder weisse Blutkörperchen antrifft, „deren Oberfläche morgensternähnlich mit feinen Spitzen besetzt ist, die sich von dickeren Protoplasmafortsätzen durch ihre Feinheit auf den ersten Blick unterscheiden und die man ihrem Anschein nach nicht anders als junge, kurze Milzbrandbacterien auffassen kann“, eine „ganz wesentliche“ Unterstützung der Ansicht Bollinger's von der Entwicklung der Milzbrandstäbchen aus Bacterienkeimen gefunden haben. „Nie gelang es mir jedoch“ heisst es auf der folgenden Seite, „derartige amoeboide Zellen zu finden, auf denen eine Weiterentwicklung zu Stäbchen zu bemerken gewesen wäre“. Nach Grimm entstehen die Milzbrandstäbchen durch Urzeugung aus dem Protoplasma weisser Blutkörperchen.[1]

Nur in wenigen Fällen fand ich im Blute jener Thiere, die an Milzbrand zu Grunde gegangen waren, keine stäbchenförmigen Körper. In diesen Fällen konnte ich mich aber auch von dem Vorhandensein der beschriebenen Bacterienkeime nicht überzeugen. Culturversuche mit solchem Blut angestellt, ergaben ein negatives Resultat. Weder in kalt oder warm angesetzten Blutproben, noch in der Leiche des Thieres kam es im Verlaufe der ersten 8 bis 10 Tage zur Entwicklung von Milzbrandbacterien. Ebenso ging es mir mit bacterienfreiem Blute, welches milzbrandkranken Thieren, die längere oder kürzere Zeit vor dem bevorstehenden Ende getödtet wurden, entnommen war. In Cadavern von Hunden, welche auf verschiedene Weise getödtet worden waren, und unsecirt liegen blieben, fand Billroth[2] je nach der Jahreszeit, in welcher diese Versuche angestellt wurden, früher oder später (vom 3. bis zum 15. Tage) grosse Bacterien und Bacterienketten, welche mit den Milzbrandbacterien einige Ähnlichkeit besitzen. Sie waren unmittelbar aus der Leiche ge-

[1] Zur Naturgeschichte der Vibrionen, Max Schultze's Arch. VIII, pag. 514. Grimm beschreibt den ganzen Vorgang ausführlich pag. 525 ff. Wer sich die Mühe nehmen will, den in dieser Schilderung entwickelten Gedankengang zu verfolgen, wird es begreiflich finden, dass ich mich auf die Auseinandersetzungen des Verfassers nicht weiter einlasse.

[2] L. c. pag. 63.

nommen immer ruhend, nahmen aber nach Wasserzusatz bald Bewegung an. Da die Milzbrandbacterien oft erst *post mortem* entstehen sollen und man unter Umständen an eine Verwechslung mit diesen Fäulnissbacterien denken konnte, wiederholte ich die von Billroth angestellten Versuche, und untersuchte in gleichen Zeitintervallen das Blut getödteter, vorher gesunder Thiere parallel mit dem obenerwähnten bacterienfreien milzbrandigen Blute. Jene Fäulnissbacterien traten immer ungefähr zur selben Zeit in den Cadavern der gesund gewesenen und der an Milzbrand verendeten Thiere auf, immer aber so spät (nie vor dem 8. Tage; die Versuche wurden in der kalten Jahreszeit angestellt), dass der Verdacht einer Verwechslung der Milzbrandbacterien mit Fäulnissorganismen ausgeschlossen werden musste.

Durch die Untersuchungen von Nassiloff[1] und Eberth[2] wurde zuerst die interessante Thatsache sichergestellt, dass nach Impfung der lebenden Kaninchenhornhaut mit pilzhaltigen Substanzen, die in das Gewebe derselben transplantirten Organismen sich daselbst vermehren und zu reichlichen Vegetationen entfalten. Den ersten Publicationen dieser Autoren folgten bald eine Reihe von Abhandlungen von Leber[3], Stromeyer[4], Dolschenkow[5], Orth[6] und Anderen, welche ihre Angaben bestätigten und erweiterten. Vor zwei Jahren veröffentlichte ich die Resultate zahlreicher und ausgedehnter Experimente über diesen Gegenstand (Experimentelle Studien über die Verbreitung der Fäulnissorganismen in den Geweben und die durch Impfung der Cornea mit pilzhaltigen Flüssigkeiten hervorgerufenen Entzündungserscheinungen, Erlangen 1874) und verweise jetzt, um

---

[1] Über die Diphtheritis. Virch. Arch. B. L.

[2] Zur Kenntniss der bacteritischen Mykosen. Leipzig 1872.

[3] Über Entzündung der Hornhaut durch septische Infection, Ctrlbl. f. d. med. Wissensch., 1873, Nr. 9.

[4] Über die Ursachen der Hypopyonkeratitis, Graefe's Arch, f. Ophthalmol. B. XIX.

[5] Impfung faulender Substanzen auf Kaninchenhornhaut. Ctrlbl. f. d. med. Wissensch., 1873, Nr. 42 und 43.

[6] Untersuchungen über Puerperalfieber, Virch. Arch., B. LVIII.

Wiederholungen zu vermeiden, namentlich was die Verbreitungswege der Fäulnissorganismen in der Cornea betrifft, auf die citirte Schrift.

Die Impfungen mit Milzbrandblut wurden in der folgenden Weise vorgenommen: Um über die Infectionsfähigkeit des Impfmaterials sicher zu sein, impfte ich immer gleichzeitig mit dem Originalblute, (welches ich der Güte der Herren Regierungsrath Professor Röll, Director des k. k. Thierarzneiinstitutes in Wien und Professor Dr. Zahn, verdanke und denen ich hiermit für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit der sie mich mit Materiale versorgten, meinen verbindlichsten Dank sage) gleichzeitig mehrere Kaninchen in die Cornea und andere subcutan. Nur wenn letztere an Impfmilzbrand zu Grunde gingen, wurden die Corneaimpfungen als vollkommen vorwurfsfrei betrachtet. Ausser Kaninchen, von welchen Milzbrand bis in die 5. Generation weiter verimpft werden konnte, wurden zu Versuchsthieren noch benützt ein Hammel, Hunde und Meerschweinchen. Auch von dem Blute der in der 2., 3. und 4. Generation an Milzbrand erkrankten Thiere wurden Parallelimpfungen auf die Cornea gemacht. Eine kurze Zusammenstellung der einzelnen Impfungen gebe ich am Schlusse.

Nach Verletzung der Kaninchenhornhaut durch leichte oberflächliche Stiche mit einer in bacterienhaltiges frisches Milzbrandblut getauchten feinen Nadel entwickelten sich in allen Fällen 4—10 Stunden nach der Impfung die bekannten spiess- und sternförmigen Pilzfiguren. Dass diese Figuren mit Pilzen erfüllte und durch diese erweiterte interfibrilläre Spalträume der Cornea darstellen, habe ich an anderer Stelle (l. c. pag. 23) ausführlich auseinandergesetzt.[1] Nach Impfung mit bacterienhaltigem Milzbrandblut erscheinen diese Räume in der Cornea durchwegs

---

[1] Eberth erklärte sie zuerst (Bacterit. Mykosen, pag. 8) für erweiterte mit Pilzen dicht erfüllte Saftcanälchen. Später sagt er, ohne auf diese Erklärung mehr Rücksicht zu nehmen, die Pilzmassen liegen in den interfibrillären und interlamellären Spalten und dringen nur selten in die Saftcanäle und fügt die von mir (l. c. pag. 25) erwähnte, übrigens ganz richtige Bemerkung hinzu, dass mit Pilzen erfüllte Saftcanäle der Hornhaut ein ganz anderes Bild darbieten. (Untersuchungen aus dem path. Institute zu Zürich, II. Heft, pag. 29.)

nur von **stabförmigen** Elementen erfüllt. Man findet die charakteristischen Formen der Milzbrandstäbchen sowohl einzeln im Gewebe der Cornea als auch in Reihen und grösseren Massen. Durch diesen Befund unterscheiden sich die Vegetationen der Milzbrandbacterien in der Hornhaut von allen andern in derselben künstlich erzeugten Pilzwucherungen. Weder mir, noch Anderen ist es bis jetzt gelungen, durch Impfung der Cornea mit putriden Substanzen, welche exquisite stäbchenförmige Organismen enthielten, in dem Gewebe derselben eine Vermehrung und Ausbreitung der Stabformen (Bacterien) zu erzielen.[1] Selbst wenn das Impfmateriale nur Bacterien und gar keinen Coccus enthielt, waren die Pilzfiguren doch immer ganz oder in weit überwiegender Masse von Kugelformen gebildet.[2]

Die Vegetationen der Milzbrandstäbchen in der Cornea finden sich oft schon kurze Zeit nach der Impfung in einer enormen Ausdehnung. Oft sind alle Schichten der Cornea mit dichtgedrängten spiessförmigen Bacterienmassen durchsetzt. Fig. 2 zeigt einen Theil einer solchen Cornea bei 70facher Vergrösserung gezeichnet. Von einem einzigen Impfstiche aus, in

---

[1] Nur Dolschenkow kam zu gerade entgegengesetzten Resultaten. Er beschreibt die Pilzfiguren hauptsächlich aus stäbchenförmigen Organismen gebildet und fand nach Impfung der Hornhaut mit reinem Coccus in den Spalträumen der Cornea auch Bacterien, woraus er schliesst, dass letztere aus ersteren sich entwickeln können. Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass Dolschenkow's Angaben auf einem Irrthum beruhen. Da der vorläufigen Mittheilung (l. c.) seitdem, soviel mir bekannt, keine ausführlichere Publication gefolgt ist, kann ich es nicht wagen, auf diese Sache hier näher einzugehen.

[2] Man findet in geimpften Hornhäuten zuweilen, namentlich in den ersten Stunden nach der Impfung, kleine Inseln, welche von Bacterien gebildet sind. Diese seltene Erscheinung beobachtet man leichter zu einer Zeit, wo es noch nicht zur Entwicklung sog. Pilzfiguren gekommen ist. Später erscheint hie und da ein Ausläufer eines Pilzsternes aus Bacterien zusammengesetzt. Es ist immerhin denkbar, dass diese vereinzelten Bacteriengruppen abgestorbene oder wenigstens nicht weiterentwicklungsfähige Stäbchen aus dem Impfmateriale sind, welche entweder an der Stelle wo sie durch die Impfnadel in der Cornea deponirt werden, liegen bleiben, oder durch die Vermehrung und Ausbreitung der Kugelformen vor sich hergeschoben wurden und nun einen Auslänfer irgend einer Pilzfigur darstellen.

welchem sich eine sternförmige Figur etablirt hatte, war nach 10 Stunden die ganze Cornea von spiessförmigen Colonien von Bacterien durchsetzt. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen kann man die spindelförmigen Körper leicht in die sie constituirenden stabförmigen Organismen auflösen. Die feineren Details der Vorgänge unterscheiden sich in keiner Weise von denjenigen wie ich sie bei der Verbreitung anderer Coccobacteriaformen in der Cornea beschrieben. Die eingeimpften Bacterien dringen von dem Impfstiche aus zunächst in die von der Verletzung betroffenen vorgebildeten Hohlräume (Saftcanälchen) ein. So lange sie nur in den Saftcanälchen liegen, bilden sie keine spiessförmigen Figuren, sondern zartere (zuweilen nur von Einzelreihen von Stäbchen gebildete) oder gröbere Netze (Fig. 5 und 6). Von den Saftcanälchen aus findet durch die rasche Vermehrung der Pilze und die bedeutende Volumszunahme ihrer Conglomerate eine Sprengung der Corneafibrillen statt. In den künstlich erzeugten interfibrillären Spalträumen lagern die Pilzmassen in den bekannten spindelförmigen und schlank elliptischen Formen. An den Spitzen der Spiesse sieht man die Bacterien in langen Reihen, alle mit der Längsaxe nach derselben Richtung gestellt, zwischen den Corneafibrillen vordringen[1] (Fig. 4). Nicht selten wuchern die Stäbchen auch in Form zarter Zacken von den Längsseiten einer Spindel seitwärts in einer auf deren Längsaxe senkrechten Richtung ins Gewebe (Fig. 3). Fig. 7 zeigt die Milzbrandstäbchen in dem Protoplasma von Hornhautkörperchen und ihre Weiterwanderung durch deren anastomosirende Fortsätze. Alle diese Vorgänge sind nach Impfung der Cornea mit Milzbrandblut ungemein deutlich, deutlicher als bei irgend einer anderen Mykose der Hornhaut, da man immer nur die leicht erkennbaren Stäbchen vor sich hat und nie mit Körnchen oder Kügelchen, über deren Pilznatur man oft auch nach Anwendung der üblichen

[1] Diese Bilder machen den Eindruck, als ob diese scheinbare Wanderung der Stäbchen in langen Reihen dadurch zu Stande käme, dass sich die Bacterien durch Quertheilung vermehren und die einzelnen Theilstücke rasch in die Länge wachsen, ein Vorgang, der für die Vermehrung von Bacterien in faulen Aufgüssen von Billroth constatirt wurde.

Reagentien nichts Bestimmtes aussagen kann, zu thun hat.[1] Es zeigte sich auch hier, dass die kleinen Organismen nach den Wegen des geringsten Widerstandes sich verbreiten und für manche Vorgänge über die ich nach den früheren Impfungen mich nur mit Mühe orientirt hatte und mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit aussagen konnte, fand ich jetzt mit voller Sicherheit die Bestätigung.

Wiewohl die Bacterien des Milzbrandes in frischem Zustande Bewegungserscheinungen zeigen, konnte ich doch niemals an frisch ausgeschnittenen geimpften Hornhäuten Bewegungen an den Stäbchen im Gewebe constatiren. Ich glaube auch nicht, dass die selbständigen Bewegungen der Milzbrandbacterien bei der Verbreitung in der Cornea eine grosse Rolle spielen. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass namentlich in den ersten Stunden nach der Impfung wenigstens in den präformirten Hohlräumen in der Cornea die Milzbrandbacterien selbständig wandern können. Der Hauptfactor für das Zustandekommen der Bacterienvegetationen in der Cornea aber ist jedenfalls der „Wachsthumsdruck“: durch die rasche Vermehrung der Bacterien in der Cornea werden Continuitätstrennungen in dem Gewebe gesetzt, Räume geschaffen, in welchen die Vegetationen sich bis zu einer gewissen Grenze ungehindert entfalten können. Darum sind die Umrisse und Formen dieser Vegetationen auch immer abhängig von der Structur des Gewebes. Dass diese Annahme richtig ist, geht

---

[1] Eberth erwähnt, (Bacterit. Mykos. pag. 24) dass sich nach Impfung der Kaninchencornea mit Milzbrandblut neben den Stabbacterien auch „kleine Punktbacterien“ fanden. In einem Falle fand er nur diese Vegetationsform in der Cornea. Das Blut, welches zu dieser Impfung diente, war bereits mehrere Tage alt. Da Eberth damals noch behauptete, dass Fäulnisspilze nicht im Stande seien in der Cornea zu vegetiren, so musste er die Möglichkeit einer Verwechslung mit Fäulnisspilzen ausschliessen und erklärte diese punktförmigen Organismen für eine „verkümmerte Varietät“ der Stabbacterien des Milzbrandes. Später (Untersuchungen etc. II. Heft, pag. 36) als sich Eberth von der Haftbarkeit der Fäulnissbacterien überzeugt hatte, gibt er wohl zu, dass diese kugeligen Formen Fäulnissorganismen gewesen sein könnten. Ich zweifle nicht daran, dass die Coccusformen in der Cornea wirklich von Fäulnisspilzen abstammten.

schon daraus hervor, dass dieselben Pilzfiguren, welche nach Impfung beweglicher Bacterien in der Cornea entstehen, auch nach Impfung des unbeweglichen Coccus zu Stande kommen. In neuester Zeit wurden von Nagel und Heimann[1] und Ihlder[2] Beobachtungen veröffentlicht, welche für die Existenz von Saftströmungen in der Hornhaut sprechen. Solche Strömungen würden jedenfalls an der Verbreitung der Organismen in der Hornhaut wesentlichen Antheil nehmen.

Die Milzbrandbacterien gehen bekanntlich bei der Fäulniss zu Grunde. Impft man Milzbrandblut, welches einige Tage stehen gelassen wurde, zu einer Zeit, wo die ersten Fäulnissorganismen auftreten, daneben aber noch unveränderte Milzbrandstäbchen erhalten sind, in die Kaninchencornea, so entstehen Pilzfiguren, welche zum Theil von Bacterien, zum Theil von Coccen gebildet sind. In einem späteren Stadium, wenn die Fäulniss in dem Milzbrandblute bereits die Oberhand gewonnen hat, sind durch Verimpfung auf die Cornea keine von Bacterien gebildeten Vegetationen mehr zu erzielen, auch wenn noch vereinzelte Milzbrandstäbchen unverändert in dem Blute vorhanden waren.

Frisches Milzbrandblut in die Cornea eines exstirpirten frischen Kaninchenauges verimpft, erzeugte keine aus Milzbrandstäbchen gebildeten Pilzfiguren. Da Pilzfiguren nach Impfung der todten Kaninchencornea mit Fäulnisspilzen in derselben Weise wie in der lebenden Cornea entstehen, die eingeimpften Pilze und deren Vegetationen aber bald durch die Fäulniss des Gewebes der weiteren Beobachtung sich entziehen, so lag es nahe mit den leicht kenntlichen Milzbrandbacterien diese Versuche zu wiederholen. Das negative Resultat erklärt sich wohl daraus, dass, da Vegetationen der eingeimpften Pilze sich nur dann in der todten Cornea entwickeln, wenn das Auge im Brütofen einer Temperatur von 38 bis 40° Celsius ausgesetzt wird,

---

[1] Ein pathologisches Circulationsphänomen in der Hornhaut. Ctrlbl. f. d. med. Wissenschaft, 1876, Nr. 13.

[2] Eine die Existenz von Safträumen in der Hornhaut des lebenden Frosches beweisende Beobachtung. Ctrlbltt. f. d. med. Wissensch., 1876, Nr. 24.

durch die bei dieser Temperatur rasch fortschreitende Fäulniss die Milzbrandstäbchen sehr früh zu Grunde gehen.

Wie oben beschrieben, gehen an den Milzbrandstäbchen nach Verlauf einiger Tage Veränderungen vor sich, welche ich nach der Analogie mit den Vorgängen an anderen Bacterien, als Sporenbildungen erklärte. Ich versuchte nun auch solche Sporen in die Kaninchencornea zu verimpfen, um zu sehen, ob auf diesem für die Vermehrung der frischen Milzbrandstäbchen so günstigen Boden, vielleicht eine Proliferation dieser Keime vor sich geht. Die Impfungen der sub 1 beschriebenen Art von Sporenbildung (pag. 10) ergaben durchwegs negative Resultate. Es kamen in der Cornea niemals Pilzfiguren, weder von Stäbchen noch von kugeligen Formen zu Stande. Die Impfungen blieben so reactionslos, als wären sie nur mit der reinen Nadel ausgeführt worden. Auch die Impfungen mit stäbchenfreiem Blut an Milzbrand verendeter Thiere, sowie mit eingetrocknetem stäbchenhaltigem Milzbrandblut blieben in allen Fällen erfolglos. Hingegen hatten die Impfungen mit Helobacterien und freien Dauersporen einen Erfolg. Ich benützte als Impfstoff zu diesen Versuchen die Milzpulpa jener oben (pag. 12) erwähnten Fälle, bei welchen in der Milz an Impfmilzbrand verendeter Thiere unmittelbar nach dem Tode sich nur Helobacterien und freie Dauersporen vorfanden. Es wurde durch leichtes Streichen mit einem reinen Messer über die frische Schnittfläche aus der Milz ein Tropfen Flüssigkeit ausgepresst. Dieser Tropfen wurde auf einem sorgfältigst gereinigten Objectträger unter Deckglas mit dem Mikroskope durchsucht und erst als ich mich überzeugt hatte, dass darin auch nicht ein unverändertes frisches Milzbrandstäbchen zu entdecken war, tauchte ich die vorher ausgeglühte Impfnadel, sie zwischen Deckglas und Objectträger vorschiebend, in den Impfstoff. Nach 10—15 Stunden waren in den geimpften Hornhäuten dieselben Pilzfiguren entstanden, wie sie nach Impfungen mit frischem Milzbrandblut sich entwickeln. Sie waren aus den charakteristischen Bacterien zusammengesetzt. Hie und da, namentlich an den Spitzen der Pilzstrahlen, waren kleine Gruppen von den eingeimpften Dauersporen, die durch den starken Glanz und ihre gelbliche Färbung sich deutlich als solche kennzeichneten, neben und zwischen den Stäbchen nach-

zuweisen (Fig. 10). Alle in der beschriebenen Weise vorgenommenen Impfungen mit der Milzpulpa der beiden Thiere, die zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenem Milzbrandblut inficirt wurden, hatten denselben Erfolg.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass aus den Dauersporen der im Blute milzbrandkranker Thiere entstandenen Bacterien unter günstigen Bedingungen[1] eine zweite Generation von Bacterien entstehen kann, welche sich in keiner Weise von den primären Milzbrandstäbchen unterscheiden. Dass die kleinen kugeligen Gebilde, welche im Milzbrandblute vor dem Auftreten der Stäbchen beobachtet wurden, und deren Entwicklung zu Milzbrandstäbchen Bollinger unter dem Deckglase verfolgen konnte, mit diesen Dauersporen identisch seien, ist nicht anzunehmen. Die primären Milzbrandkeime unterscheiden sich vor Allem, wie aus den Beschreibungen Bollinger's und Siedamgrotzky's hervorgeht, durch ihre ausserordentliche Kleinheit von den von mir beobachteten Dauersporen, welche in der überwiegenden Mehrzahl an Grösse die grössten Coccusformen übertreffen. Die Vorgänge der Bildung von Dauersporen und der Entwicklung von Bacterien aus diesen stimmen mit den Entwicklungsvorgängen, wie sie bei anderen Bacterienformen beobachtet wurden, vollkommen überein.

Billroth schildert in der zusammenhängenden Entwicklungsgeschichte der Coccobacteria[2] das endliche Schicksal der Bacterien und Bacterienketten in folgender Weise:

„1. Das Plasma tritt aus der Hülle in Form eines sterilen Schleims aus; die leere Hülle bleibt." Diese Metamorphose der Bacterien konnte ich an den Milzbrandstäbchen nicht verfolgen, doch zweifle ich keinen Augenblick daran, dass ihr unter Umständen auch die Stäbchen des Milzbrandblutes unterliegen.

„2. Das Plasma wird nach verschiedenen Richtungen durchfurcht, während die Hülle bleibt; die Durchfurchung führt zur Bildung von blassen Kügelchen (Micrococcus); diese ver-

[1] Impfungen unter die Haut oder directe Übertragungen dieser Dauersporen ins Blut, hatten niemals eine Infection an Milzbrand zur Folge. Niemals entwickelten sich im Blute Bacterien.

[2] L. c. pag. 32, 33.

mehren sich in der Hülle immer weiter; es entstehen wachsende rundlich geformte, palmelloid verästelte und cylindrische Schläuche voller Micrococcus (Ascococcus). Dieser Micrococcus tritt entweder in Folge der Auflösung oder Berstung der Hülle aus; was aus ihm wird muss ich unbestimmt lassen; ob er sich wieder zu Bacterien zu entwickeln vermag, oder nur als Micrococcus weiter wuchert, vermochte ich nicht zu eruiren; letzteres erscheint mir das Wahrscheinlichere". Diesen (pag. 10) sub. 1 beschriebenen Vorgang konnte ich an den Bacterien des Milzbrandes constatiren. Es kam zu keinen grösseren Ascococcusformen, namentlich konnte ich keine verästelten Schläuche finden und bei Verimpfung auf die Cornea zeigten sich die Kügelchen nicht weiter vegetationsfähig.

„3. Das Plasma einer Bacterie zieht sich zusammen zu einem oder mehreren dunkel contourirten, fettglänzenden Kügelchen, dies sind die Dauersporen, von welchen wir ausgingen und welche nach einiger Zeit der Ruhe unter geeigneten Verhältnissen in der anfangs erwähnten Weise wieder zur Keimung kommen". Diese Metamorphose entspricht dem oben (pag. 11) sub 2 beschriebenen Vorgang.

In welcher Weise nun in der Cornea aus den Dauersporen der Milzbrandbacterien sich die Stäbchen entwickeln, konnte ich nicht sicherstellen. Ob von ihnen Bacterien direct ausgetrieben werden oder aus ihnen zuerst Coccus hervorgeht, welcher später zu Bacterien auswächst (Billroth), muss vorläufig dahingestellt bleiben. Auch die Art, wie die Milzbrandstäbchen in der Cornea sich vermehren, konnte ich nicht ermitteln. Doch spricht Alles für die Annahme, dass diese Vermehrung wie bei anderen Bacterien durch Quertheilung vor sich geht.

So sehr sich die Stäbchen des Milzbrandblutes von Fäulnissbacterien in ihrer äusseren Erscheinung unterscheiden, so scheint aus ihren Entwicklungsphasen doch hervorzugehen, dass sie keine von anderen Formen der Coccobacteria wesentlich verschiedene Art repräsentiren. Eine Sonderstellung nehmen sie bis nun in Betreff ihrer Vegetation in der Cornea ein, insoferne sie daselbst ihre Stabform beibehalten und nicht in Kugelformen zerfallen, was gewiss der Fall wäre, wenn sie wie Bollinger meint, aus kugeligen Gliedern zusammengesetzt wären.

Die Entzündung der Hornhaut, welche den Impfungen mit Milzbrandstäbchen folgt, ist in den meisten Fällen eine ziemlich heftige. Schon zu Ende des zweiten Tages erscheint die ganze Cornea getrübt, die Lider sind sehr stark geschwellt, die Conjunctiva secernirt reichlich, meist findet sich Hypopyon, zuweilen eine beträchtliche Iritis. Am dritten Tage haben die entzündlichen Erscheinungen meist ihren Höhepunkt erreicht. Das Aussehen des Auges bleibt nun entweder einige Tage stationär oder es beginnt schon vom 4. Tage an der entzündliche Process abzunehmen. Zunächst hört die reichliche Secretion auf, die Lider schwellen ab, die Trübung der Cornea geht zurück, das Hypopyon wird resorbirt. Vom 6. bis 8. Tage angefangen findet man einen Kranz von neugebildeten Gefässen vom Rande der Cornea gegen das Centrum derselben vorschreiten. Die Aufhellung der Cornea nimmt nun stetig zu, die Gefässe verschwinden wieder, am längsten bleiben die Impfstiche als weisse Flecke in der Cornea sichtbar. In manchen Fällen endet der Process nicht mit Aufhellung der Cornea; es kommt zu Hornhautectasien, die Cornea bleibt opak, in anderen Fällen wieder entstehen nur kleine Geschwürchen in den Impfstichen, während die übrige Cornea an der Entzündung nur wenig participirt.[1]

Die mikroskopische Untersuchung geimpfter Hornhäute zeigt zunächst um die Pilzfiguren eine schmälere oder breitere Zone von Hornhautkörperchen, welche geschrumpft und vacuolenhältig sind. Zuweilen ist diese Zone sehr breit und man bekommt den Eindruck, als seien die Hornhautkörperchen durch irgend einen chemischen Einfluss auf grosse Strecken zerstört. Diese geschrumpften Hornhautkörperchen sind schon 2 Stunden nach der Impfung zu sehen. 2 oder 3 Stunden später findet man die an die Schrumpfungszone grenzenden Hornhautkörperchen in Proliferation. Ehe noch eine Spur von Einwanderung vom

[1] Eberth erklärt die entzündlichen Erscheinungen in der Hornhaut nach Übertragung von Milzbrandbacterien für höchst unbedeutend Bis zum 5. Tage soll ausser einer „bläulichen Trübung, die hauptsächlich auf Rechnung der Pilzvegetation und zum kleinsten Theile auf die der Eiterkörperchen kam“, kaum etwas Anderes nachweisbar gewesen sein. (Bacter. Mykos., pag. 23. Untersuch. etc., II. H., pag. 36.)

Rande her zu entdecken ist, findet man um die sich allmälig verlängernden Pilzstrahlen die bekannten Theilungsbilder der Hornhautzellen. In den späteren Stadien der Entzündung betheiligen sich Hornhautkörperchen und Wanderzellen in gleicher Weise an den Vorgängen. Eine nähere Detaillirung der Entzündungserscheinungen muss ich einer späteren Mittheilung vorbehalten, da ich wegen Mangels an Material an der Fortsetzung des Studiums der Entzündung verhindert wurde. Ob die Entzündungserscheinungen nach Ubertragung der Milzbrandbacterien nur auf Rechnung der mechanischen Wirkung ihrer Vegetationen zu setzen seien, oder ob irgend welche chemische Vorgänge mit im Spiele sind, kann ich bis jetzt nicht entscheiden.

Niemals entstand bei den geimpften Thieren von der Cornea aus eine Allgemeininfection an Milzbrand; kein Thier ging an den Folgen der Corneaimpfung zu Grunde; niemals waren vom Beginne des Processes bis zu dessen Heilung Bacterien im Blute nachzuweisen.[1] Dass dieser Befund nicht als Gegenbeweis gegen die Ansicht, dass die Stäbchen die Träger des Milzbrandgiftes seien, aufzufassen ist, geht wohl schon daraus hervor, dass nach den Untersuchungen Bollinger's die parasitäre Natur des Milzbrandgiftes sich nur durch eine directe Einwirkung auf das Blut erklären liesse, für die Aufnahme der Stäbchen ins Blut aber die Verhältnisse, wie sie bei den Vegetationen in der Cornea statt haben, von vorneherein sehr ungünstige sind. „Der Hauptbeweis, sagt Bollinger,[2] dass wirklich die Bacterien das Milzbrandgift darstellen, liegt, abgesehen von allen experimentellen und pathologisch-anatomischen Thatsachen, wesentlich darin, dass sich die klinischen und pathologisch-anatomischen Erscheinungen beim Anthrax der Hausthiere, namentlich die apoplectiformen und acuten

[1] Um zu untersuchen, ob nicht etwa bei Thieren, welche spontan an Milzbrand erkranken, von der Cornea aus eine Allgemeininfection zu Stande kommt, wurden Corneaimpfungen auch an einem Hammel vorgenommen. Es entstanden in der Hornhaut dieselben Vegetationen wie bei Kaninchen, aber das Thier blieb gesund.

[2] Zur Pathol. d. Milzbrandes, pag. 154.

Formen aus den physiologischen Eigenschaften und Wirkungen der Anthraxbacterien erklären lassen. Die Wirkung der Anthraxbacterien im lebenden Thierkörper ist wesentlich die, dass diese Gebilde vermöge ihrer enormen chemischen Affinität zum Sauerstoff denselben mit grosser Begierde und in grossen Mengen absorbiren, indem sie ihn den rothen Blutkörperchen entziehen. Entsprechend dieser Wirkung, welche bei der ungeheuren Zahl der Bacterien im Blute bald Sauerstoffmangel und Kohlensäure-überladung zur Folge hat, lassen sich am lebenden milzbrandkranken Thiere alle Erscheinungen des *O*-Mangels und der CO_2-Überladung des Blutes, wie bei jeder CO_2-Vergiftung beobachten".

Das Ergebniss der mitgetheilten Untersuchungen lässt sich in folgender Weise kurz zusammenfassen:

Die Milzbrandstäbchen sind keine cylindrischen, sondern platte, bandförmige Gebilde, an denen keine Einschnürungen, wohl aber deutliche Gliederungen zu beobachten sind. Die längeren Formen sind aus Diplobacterien, deren Elemente normaler Weise einzeln nicht vorkommen, zusammengesetzt. Kettenformen erscheinen aus zwei- oder viergliedrigen Stäbchen gebildet. Selten sind Stäbchen und Ketten, welche aus einer ungeraden Anzahl von Einzelgliedern zusammengesetzt sind. Die Milzbrandstäbchen sind selbständiger Bewegung fähig. Sie zeigen schon im frischen Zustande, unmittelbar nach dem Tode des milzbrandigen Thieres Bewegungserscheinungen. Die Bewegungen sind langsam und unterscheiden sich von den Bewegungen der Fäulnissbacterien. Die Ansicht, dass die Milzbrandstäbchen aus kugeligen Formen zusammengesetzt seien und in solche direct zerfallen, erscheint unhaltbar.

Die Milzbrandbacterien sind einer zweifachen Metamorphose fähig: 1. Sie verwandeln sich in Ascococcusschläuche, der Coccus entleert sich aus der Hülle und entwickelt sich nicht weiter. 2. In den Bacterien bilden sich Dauersporen, aus welchen unter geeigneten Verhältnissen wieder Bacterien hervorgehen können, die sich von der ersten Generation in Nichts unterscheiden.

In dem Blute an Milzbrand verendeter Thiere, welches unmittelbar nach dem Tode keine Stäbchen enthält, kommen auch keine mehr zur Entwicklung.

Die Vegetationen der Milzbrandbacterien in der geimpften lebenden Cornea unterscheiden sich von allen anderen Mykosen der Cornea wesentlich dadurch, dass sie durchwegs aus den charakteristischen Stäbchenformen gebildet sind. Dieser Umstand spricht dafür, dass die Milzbrandstäbchen, wiewohl sie nach ihren Entwicklungsvorgängen den anderen Formen der *Coccobacteria septica* nahe anzureihen sind, doch als dem Milzbrand eigenthümliche pathogene Organismen aufzufassen sind. In dünnen Schichten an offener Luft eingetrocknetes stäbchenhaltiges Milzbrandblut erzeugte weder in trockenem Zustande noch nach kürzerer oder längerer Zeit mit Wasser infundirt, nach Verimpfung in die Cornea, weder eine Mykose noch Entzündung. Ebenso blieben die Impfungen mit stäbchenfreiem Blut an Milzbrand verendeter Thiere erfolglos.

Die aus den Ascococcusschläuchen entleerten Kügelchen sind nach Verimpfung in die Cornea keiner Vermehrung und Vegetation fähig. Aus Dauersporen, welche in die Cornea gebracht werden, entwickeln sich dieselben Vegetationen von Bacterien, wie sie nach Impfung mit frischen Milzbrandstäbchen zu Stande kommen. Bringt man diese Dauersporen unter die Haut oder direct ins Blut, so gehen sie bald zu Grunde, ohne irgend welche krankhafte Erscheinungen hervorzurufen. Die Entzündung, welche sich nach Entstehung der Bacterienvegetationen in der Cornea entwickelt, unterscheidet sich nicht wesentlich von den Entzündungsformen wie sie durch andere Corneamykosen hervorgerufen werden. Es spricht nichts gegen die Annahme, dass der Reiz, welchen die Milzbrandstäbchen in der Cornea erregen, ein rein mechanischer ist.

Wiewohl die Vegetationen der Milzbrandstäbchen in der Cornea massenhaft auftreten, geht doch kein Thier an Impfmilzbrand zu Grunde. Die Allgemeinerscheinungen sind ausserordentlich gering. Dieser Befund ist nicht gegen die Ansicht, dass die Milzbrandstäbchen die Träger des Milzbrandgiftes seien, zu verwerthen, da nach unserem jetzigen Wissen, sich die krankhaften Erscheinungen, welche bei Milzbrand vor-

kommen, nur durch das Vorhandensein der Stäbchen im Blute erklären lassen, eine Aufnahme ins Blut aber von der Cornea aus nicht stattfindet.

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich Herrn Hofrath Billroth, dem ich nicht nur die erste Anregung zu vorstehender Arbeit, sondern auch die Möglichkeit zu deren Durchführung verdanke, indem er mir Arbeitsräume und Material zur Verfügung stellte, für das Interesse, welches er meinen Versuchen zuwendete, an dieser Stelle meinen ergebensten Dank ausspreche.

Nach Abschluss dieser Arbeit wurde mir die neueste Publication Bollinger's (Über die Bedeutung der Milzbrandbacterien, Sep.-Abdr. aus d. Deutsch. Zeitschr. f. Thiermedicin und vergleich. Pathologie, Band II, 1876) bekannt, in welcher Bollinger selbst auf die Unvollkommenheit seiner Abbildungen hinweist, und die hauptsächlich auf das Aussehen getrockneter Präparate gestützte Ansicht, dass die Milzbrandstäbchen als eine Torulaform der Kugelbacterien aufzufassen seien, gegenüber den Ausführungen F. Cohn's fallen lässt.

ANHANG.

Zusammenstellung der Impfungen mit stäbchenhaltigem Milzbrandblut.

I. Blut von einem an Milzbrand gefallenen Pferde; enthält zahlreiche Stäbchen und Kettenformen. Mit diesem Blute wurden folgende Impfungen vorgenommen:

1. Hammel. Mehrere Impfstiche in beide Corneae. Entwicklung von Sternfiguren. Rechtes Auge excidirt. Am

linken Auge die Keratitis am 8. Tage in Aufhellung begriffen. Keine Störung des Allgemeinbefindens. Niemals Stäbchen im Blute.

2. Kaninchen. Beide Corneae geimpft. Beiderseits Hypopyonkeratitis nach der Etablirung der Pilzfiguren. Keine allgemeine Störung. Im Blute niemals Bacterien. Beiderseits Heilung mit Aufhellung:

3. Kaninchen; subcutan 3 Tropfen Milzbrandblut. Tod nach 20 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute zahlreiche Bacterien.

4. Kaninchen. Beide Hornhäute geimpft. Pilzfiguren. Ganz leichte Entzündungserscheinungen. Heilung. Im Blute niemals Stäbchen zu finden.

5. Kaninchen. Impfung beider Corneae. Deutliche Pilzfiguren. Rechtes Auge nach 7 Stunden, linkes nach 8 Stunden excidirt.

6. Hund. Beide Corneae geimpft. Diffuse Trübung. Aufhellung nach 8 Tagen. Keine Allgemeinerscheinungen. Im Blute nichts.

II. Blut einer an Milzbrand gefallenenen Kuh. Zahlreiche Bacterien. Mit diesem Blute wurden geimpft:

1. Hammel. Subcutan 5 Tropfen. Tod nach 60 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute, in der Milz, in dem Oedemserum der Haut aus der Umgebung der Impfstelle zahlreiche Stäbchen.
2. Kaninchen. Beide Corneae. Befund wie bei I, 2.
3. Kaninchen. Beide Corneae. Erfolg wie bei dem Vorigen.
4. Kaninchen. Beide Corneae. Befund wie bei I, 4.
5. Kaninchen. 5 Tropfen subcutan und beide Corneae mit mehreren Stichen inficirt. Tod nach 22 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute keine Stäbchen.
6. Kaninchen. 5 Tropfen subcutan. Tod nach 17 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute zahlreiche Stäbchen.
7. Kaninchen. Beide Corneae, Pilzfiguren. Das Thier nach 10 Stunden getödtet.

8. Kaninchen. Beide Hornhäute geimpft. Pilzfiguren. Nach 6 Stunden getödtet.
9. Kaninchen. Subcutan 10 Tropfen. Beide Corneae geimpft. Tod nach 15 Stunden an Impfmilzbrand. In beiden Augen Pilzfiguren. Im Blute zahlreiche Stäbchen.
10. Kaninchen. Subcutan 4 Tropfen. Beide Corneae geimpft. Tod nach 14 Stunden an Impfmilzbrand. In beiden Augen Pilzfiguren. Im Blute keine Stäbchen.
11. Hund. Beide Corneae geimpft. Centraler Defect mit geringer peripherer Trübung. Heilung nach Ausstossung der Vegetationen.

III. Mit dem Blute von dem Kaninchen II, 5, in welchem keine Bacterien zu finden waren, wurden 3 Kaninchen subcutan und 3 Kaninchen in beide Corneae ohne Erfolg geimpft.

IV. Dasselbe Resultat ergaben die mit dem Blute des Thieres II, 10 angestellten Impfungen.

V. Mit dem Blute des Hammels (II, 1) wurden geimpft:

1. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod nach 17 Stunden. Im Blute zahlreiche Bacterien.
2. Kaninchen, wie das Vorige. Tod nach 22 Stunden.
3. Kaninchen. In beide Corneae geimpft. Befund wie bei I, 2.
4. Kaninchen. Impfung in beide Hornhäute, wie das Vorige.
5. Kaninchen. Impfung in beide Corneae, wie II, 7.
6. Kaninchen. Impfung beider Hornhäute, wie II, 8.

VI. Mit der Milzpulpa des Hammels wurden geimpft:

1. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen einer Verdünnung des Milzbreies mit Wasser (1 : 20) Tod nach 24 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute zahlreiche Stäbchen, in der Umgebung der Impfstelle spärliche, in der Milz nur Helobacterien und Dauersporen.
2. Kaninchen. Impfung beider Corneae, wie I, 2.
3. Kaninchen, wie das Vorige.

4. Kaninchen, wie II, 8.
5. Kaninchen, wie II, 7.
6. Kaninchen. Beide Corneae geimpft. Nach 2 Stunden getödtet.

VII. Mit dem Oedemserum aus der Haut des Hammels wurden geimpft:
1. Kaninchen. Beide Corneae Hypopyonkeratitis. Nach 20 Stunden getödtet.
2. Kaninchen. Beide Corneae geimpft, am 3. Tage getödtet.
3. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod an Impfmilzbrand nach 27 Stunden. Im Blute viele Stäbchen.
4. Kaninchen. Beide Hornhäute geimpft, nach 3 Stunden getödtet.

VIII. Mit dem Blute des Kaninchens V, 1 wurden geimpft:
1. Kaninchen. Beide Corneae. Erfolg wie I, 2.
2. Kaninchen. Beide Corneae. Pilzfiguren, nach 7 Stunden getödtet.
3. Kaninchen. Beide Corneae. Verlauf wie VI, 6.
4. Meerschweinchen. Subcutan 3 Tropfen, Tod nach 12 Stunden. Im Blute zahlreiche Bacterien.
5. Meerschweinchen, wie das Vorige. Tod nach 19 Stunden. Befund wie bei VIII, 4.
6. Hund. Subcutan 5 Tropfen. Tod nach 48 Stunden an zweifellosem Milzbrand. Im Blute keine Stäbchen.

IX. Mit dem Blute des Thieres VIII, 4 wurden geimpft:
1. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod nach 49 Stunden an Impfmilzbrand. Im Blute viele Stäbchen.
2. Kaninchen. Beide Corneae. Pilzfiguren, getödtet nach 4 Stunden.

X. Mit dem Blute des Thieres IX, 1 wurden geimpft:
1. Kaninchen. Beide Corneae. Verlauf wie bei I, 2.
2. Kaninchen. Beide Corneae. Verlauf wie bei I, 4.

XI. Mit dem Blute des Thieres VIII, 6 wurden 3 Kaninchen subcutan und ebensoviele in beide Corneae ohne Erfolg geimpft.

XII. Mit den Dauersporen aus der Milz des Thieres VI, 1 wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae. Pilzfiguren, getödtet nach 7 Stunden.
2. Kaninchen. Beide Hornhäute, getödtet nach 10 Stunden.
3. Kaninchen. Beide Hornhäute, Verlauf wie I, 2.
4. Kaninchen. Beide Corneae geimpft, getödtet nach 14 Stunden.
5. Kaninchen. 5 Tropfen eines Infusums subcutan. Ohne Erfolg.
6. Kaninchen; wie das Vorige.
7. Kaninchen. 5 Tropfen desselben Infusums in die Vena jugularis. Keine Störung. Im Blute nichts nachzuweisen.
8. Kaninchen; wie das Vorige.

XIII. Blut eines an Milzbrand verendeten Pferdes mit zahlreichen Stäbchen. Damit wurden geimpft:

1. Kaninchen. Beide Corneae, wie I, 2.
2. Kaninchen, wie II, 7.
3. Kaninchen. Beide Corneae; nach 3 Stunden getödtet.
4. Kaninchen. Subcutan 3 Tropfen. Tod an Impfmilzbrand nach 25 Stunden. Im Blute wenige Stäbchen; in der Umgebung der Impfstelle zahlreiche Bacterien in der Milz nur Helobacterien und freie Dauersporen.
5. Hund. Subcutan 6 Tropfen. Tod nach 48 Stunden.
6. Hund. Subcutan 10 Tropfen. Tod nach 48 Stunden.
7. Meerschweinchen. Subcutan 5 Tropfen, Tod nach 18 Stunden. Im Blute zahlreiche Bacterien.

XIV. Mit den Dauersporen aus der Milz des Thieres XIII, 4 wurden geimpft:

1. Kaninchen; wie XII, 1.
2. Kaninchen; wie XII, 2.
3. Kaninchen; wie I, 3.
4. Kaninchen; wie XII, 5.
5. Kaninchen; wie das Vorige.
6. Meerschweinchen; wie XII, 7.
7. Kaninchen; wie das Vorige.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. Formen der Milzbrandbacterien.

a) Aus dem Blute eines an Milzbrand gefallenen Hammels; unmittelbar nach dem Tode

α vier- und zweigliedrige Stäbchen und Vereinigung dieser zu Kettenformen.

β Stäbchen von der Kante gesehen.

γ Drehungen der Stäbchen, aus welchen die Verschiedenheit des Breiten- und Dickendurchmessers ersichtlich ist.

b) Aus dem Blute desselben Thieres 4 Tage *post mortem*. Zusammenballung des Plasma's der Bacterien zu Körnchen.

c) Aus demselben Blute 24 Stunden später:

α leere Hüllen gefaltet.

β Gruppe von leeren Hüllen.

γ Coccushäufchen.

d) Aus der Milz eines an Impfmilzbrand gestorbenen Kaninchens. Bildung von Dauersporen an den Enden der Stäbchen und freie Dauersporen. Frisch, unmittelbar nach dem Tode des Thieres.

Vergr. Hartnack, Obj. 15 à imm. oc. 3. Fig. 1 *a* γ obj. 15, oc. 6.

Fig. 2. Aus einer mit Milzbrandblut geimpften Kaninchencornea, 10 Stunden nach der Impfung. Lebhafte Proliferation der Bacterien in den interfibrillären Spalten. Dem lebenden Thiere excidirte Hornhaut, frisch in humor aqueus.

Vergr. Hartnack Obj. 4, oc. 3.

Fig. 3. Vegetation der Milzbrandbacterien in der lebenden Cornea. Ausbreitung der Bacterien nach verschiedenen Richtungen von einem mit denselben erfüllten Spaltraum. Aus einer mit Milzbrandblut geimpften Hornhaut, 10 Stunden nach der Impfung. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 8, oc. 3.

Fig. 4. Aus einer Kaninchencornea 7 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut. Reihenweises Vordringen der nach der Längsaxe gestellten Bacterien in den Spalträumen der Cornea. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.

Fig. 5. Kaninchencornea 8 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut dem lebenden Thiere excidirt. Netz von einfach aneinander gereihten Bacterien gebildet, frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.



Fig. 4.

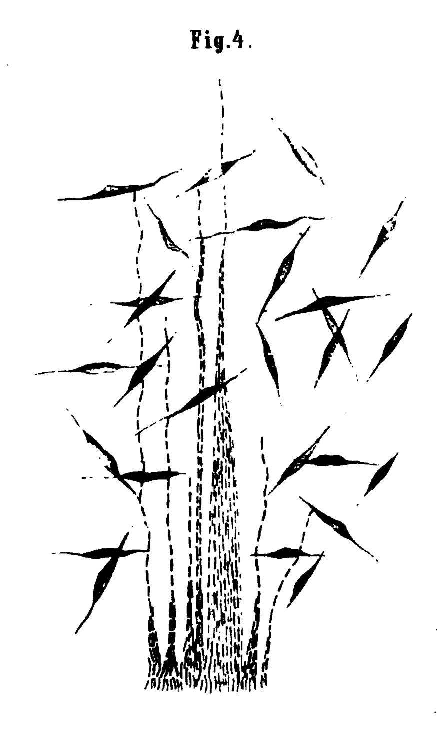


Fig. 5.



Taf. II.

Fig. 8.

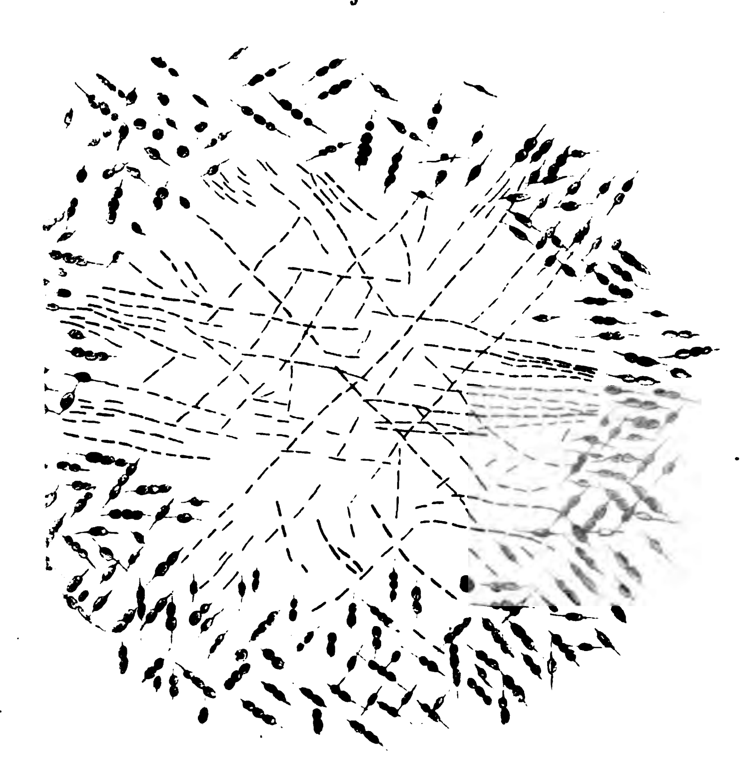


Fig. 9.



Druck v. J. Wagner Wien.

Fig. 6. Kaninchencornea 8 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut. Netzwerk von Bacterien in Saftcanälchen. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.

Fig. 7. Aus einer Kaninchencornea 10 Stunden nach der Impfung. Bacterien in dem Protoplasma der Hornhautkörperchen und deren Fortsätzen, Schnitt. Färbung mit Goldchlorid. Vergr. Hartnack, Obj. 10, à imm. oc. 3.

Fig. 8. Kaninchencornea 22 Stunden nach Impfung mit Milzbrandblut. Flächenschnitt. Färbung mit Goldchlorid. Bacterien und Entzündungselemente in den Spalträumen der Cornea. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.

Fig. 9. Kaninchencornea 15 Stunden nach der Impfung mit Milzbrandblut. Ausläufer einer von Bacterien gebildeten sternförmigen Figur. Entzündung. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 7, oc. 3.

Fig. 10. Aus einer Kaninchencornea 14 Stunden nach der Impfung mit der Milzpulpe eines an Impfmilzbrand gestorbenen Kaninchens. In der Milz nur Dauersporen. Pilzfigur aus Bacterien gebildet. Neben den Stäbchen Dauersporen. Frisch in humor aqueus. Vergr. Hartnack, Obj. 8, oc. 3.

Über das Epithel der Harnblase.

Von **Josef Paneth**, med. stud.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1876.)

In älteren Handbüchern heisst es vom Epithel der Harnblase, es sei ein geschichtetes Pflasterepithel. Genauere Beschreibungen haben in neuerer Zeit Linck (Reichert und Dubois, Archiv 1864, S. 137) und Obersteiner (Stricker's Lehrbuch der Histologie, S. 517) gegeben. Sie beschreiben offenbar das Epithel von contrahirten Harnblasen. Was ich an denselben gefunden habe, (ich habe Ratte, Hund und Kaninchen untersucht), stimmt ganz mit ihren Angaben überein. Als oberste Schichte eine Lage von Zellen, die mehr breit als hoch sind, aber nicht so platt, wie sonst die oberflächlichen Lagen von Pflasterepithelien zu sein pflegen. Als zweite Schichte folgen hohe Zellen, die nach dem Verhältniss ihrer Dimensionen unter den Begriff von Cylinderzellen fallen müssten, sie sind aber nach unten zugespitzt, manchmal zahnförmig, trompetenförmig, nagelförmig, und der ovale Kern liegt im obern Dritttheil oder doch in der obern Hälfte. Nach abwärts von diesen liegen mehr oder weniger zahlreiche Zellen mit kleinem Zellenleib und verhältnissmässig grossem, ovalem Kern. Die Grenzen, welche eine von der andern trennen, sind meistens nicht deutlich sichtbar. In Fig. 1 sind diese Zellen mit *a* bezeichnet, die trompetenförmigen mit *b* und die Zellen der oberflächlichen Schichte mit *c*. Die Abbildung ist nach der Harnblase eines Hundes genommen, gleicht aber trotzdem in hohem Grade der Abbildung, welche Obersteiner nach einer Harnblase vom Menschen gibt. Obersteiner selbst hebt schon die grosse Übereinstimmung zwischen Mensch und Säugethieren hervor.

Es ist klar, dass ein solches Epithelium wesentlich seine Gestalt und sein Ansehen ändern muss, wenn die Blase durch Urin ausgedehnt ist. Um mir eine Vorstellung davon zu verschaffen, wie es sich hier gestaltet, füllte ich Harnblasen von frischgetödteten Thieren prall mit Alkohol von 94 Volumprocent und senkte sie dann in Alkohol von gleicher Stärke ein. Nachdem sie hinreichend hart geworden waren, zerschnitt ich sie, bettete Stücke davon ein, machte Durchschnitte und untersuchte sie unter Anwendung von Carmin- oder Hämatoxylin-Färbung auf die gewöhnliche Weise.

Ich fand, dass sich nicht nur die Zellen der Schichte Fig. 1 *c* in platte Pflasterzellen verwandeln, sondern dass auch die Zellen der Schichte Fig. 1 *b* vollständig ihre Form verlieren und als Bestandtheile eines geschichteten Pflasterepitheliums erscheinen. Dasselbe gilt endlich auch von den Zellen der Schichte *a*, nur war hier die Dehnung in horizontaler Ebene blos an den Kernen zu sehen, da die Zellengrenzen nicht deutlich unterschieden werden konnten. Fig. 2 zeigt als Gegenstück zu Fig. 1 den Durchschnitt des Epithels aus der prall gefüllten Hundeharnblase. So ähnlich dasselbe einem geschichteten Pflasterepithelium erscheint, so fällt es doch auf, dass hier keine tiefste Schichte von Zellen vorhanden ist, welche höher wären, als breit, wie solche in andern geschichteten Pflasterepithelien oft in so ausgezeichneter Weise vorhanden ist. Im Gegentheil, die untersten Zellen erscheinen flacher als die mittleren. Hiemit hängt es zusammen, dass die Grenze zwischen Epithel und Schleimhaut an solchen prall gefüllten Harnblasen viel weniger deutlich ist, als dieselbe sonst an Schleimhäuten zu sein pflegt. Die Durchschnitte der länglichen Bindegewebskerne, welche unmittelbar unter dem Epithel liegen, schliessen sich direct an die jetzt auf dem Durchschnitt auch länglich erscheinenden Kerne des Epithels.

Dasselbe sah ich auch an Durchschnitten durch eine prall gefüllte Kaninchenblase, Fig. 3.

Ich versuchte auch Harnblasen von Kindern prall zu füllen und dann Schnitte anzufertigen; es gelang mir aber nicht, das Epithel vollständig zu erhalten. Wahrscheinlich war es durch die postmortale Gerinnung, welcher ja alle Gewebe unterliegen, so spröde, dass es die bedeutende Dehnung nicht mehr ertrug. Ich

sah jedoch an Schnitten durch solche menschliche Harnblasen nie eine trompetenförmige Zelle, dagegen sehr oft rundliche Zellen, welche denen der Schichte *b* an stark ausgespannten thierischen Blasen entsprachen. Ich habe diese Versuche nicht weiter fortgesetzt, weil mir die etwa erhaltenen Bilder doch kein volles Vertrauen eingeflösst haben würden. Nur unmittelbar nach dem Tode, ehe die erwähnte postmortale Gerinnung eingetreten, ist die Weichheit und Bildsamkeit der Zellen dieselbe, wie während des Lebens.

Die Grenze zwischen Epithel und Bindegewebe, die an stark gefüllten Blasen verwischt ist, bleibt bei mässig gefüllten deutlicher.

Es entspricht ganz der Natur der Sache, dass die zwei geschilderten Formen des Epithels, das der contrahirten und das der stark gespannten Blase, nicht ohne Zwischenstufen in einander übergehen. In der That fand ich nicht blos an mässig gefüllten Blasen die Zellen der drei Schichten höher, sondern auch an prall gefüllten erhalten sich „kubische“ Zellen in der Nähe der Unterbindungsstelle, da, wo geringere Spannung herrscht und die Schleimhaut in Falten gelegt ist. Endlich konnte ich auf einem Schnitt durch eine mässig gefüllte Kaninchenblase eine Reihe von Übergängen verfolgen, von ziemlich platten Zellen, die ungefähr das Bild von Fig. 3 gaben, bis zu solchen, die nahezu wie die in Fig. 1 gezeichneten aussahen. Eine contrahirte Harnblase wiederum zeigt das Bild von Fig. 1 vollständig ausgeprägt nur in den Einsenkungen zwischen zwei Schleimhautfalten; auf den Kuppen der Falten ist sowohl das Epithel im Ganzen als auch in seinen einzelnen Bestandtheilen viel niedriger.

Paneth. Über das Epithel der Harnblase.

Fig. 1.



Fig. 2.

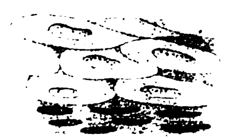
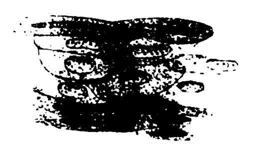


Fig. 3.



XIX. SITZUNG VOM 20. JULI 1876.

Das w. M. Herr Dr. Steindachner übersendet eine Abhandlung über neue Gattungen und Arten von Fischen aus den Sammlungen des k. k. zoolog. Hofkabinetes.

Das c. M. Herr Vice-Director Karl Fritsch übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Jährliche Periode der Insekten-Fauna von Österreich-Ungarn; II. die Käfer, *Coleoptera.*“

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Gefässnerven des Ischiadicus“.

Herr Prof. Stricker übersendet ferner eine Abhandlung von Dr. Prokop Freih. v. Rokitansky: „Beiträge zur Kenntniss der Herzthätigkeit“.

Herr Prof. v. Ebner in Graz übersendet eine Abhandlung: „Mikroskopische Studien über Wachsthum und Wechsel der Haare“.

Herr Prof. Wiesner übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transspiration der Pflanze“.

Herr Prof. Wiesner übersendet ferner eine Arbeit unter dem Titel: „Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dikotyler Holzgewächse“ von Karl Mikosch, Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität.

Herr Dr. Wilh. Velten übersendet eine Abhandlung: „Über die Folgen der Einwirkung der Temperatur auf die Keimfähigkeit und Keimkraft des Samen von *Pinus Picea* Du Roi“. (Aus dem pflanzenphysiologischen Laboratorium der k. k. forstlichen Versuchsleitung.)

Herr Carl Etti übersendet eine Abhandlung: „Über Catechin“, ausgeführt im Laboratorium der allgemeinen Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Das w. M. Herr Dr. A. Boué überreicht eine Mittheilung: „Über die Theorie der Wasserhosen“.

Das w. M. Herr Prof. Viktor v. Lang spricht über die Methode Broch's, die Drehung der Polarisationsebene durch den Quarz zu bestimmen, welche in einem Punkte eine kleine Modification zu bedürfen scheint, soll die grösstmöglichste Genauigkeit erreicht werden.

Das w. M. Herr Prof. Petzval überreicht eine Note von Lorenz Zmurko, Universitäts-Professor in Lemberg: „Über Kriterien höherer Ordnung zur Unterscheidung relativer Maxima und Minima bestimmter Integrale bei vorhandenem Systeme zweifelhafter Nachbarwerthe".

Das c. M. Herr Prof. J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Über barometrische Höhenmessung".

Das c. M. Herr Prof. A. Lieben überreicht folgende Abhandlungen:

1. „Uber das Verhalten verschiedener Amylene gegen Oxydationsmittel", von Herrn Dr. Franz Zeidler.
2. „Über das Verhalten einiger Ketone zu Oxydationsmitteln", von Herrn Dr. U. Hercz.
3. „Über die Einwirkung von Wasser auf die Haloïdverbindungen der Alkoholradicale", von Hrn. Gust. Niederist.
4. „Zur Kenntniss der Eisencyanverbindungen", von Herrn Dr. Zdenko Hanns Skraup.

Nach der Sitzung ist noch eine von dem c. M. Professor E. Mach in Prag übersendete Mittheilung über gemeinschaftlich mit Herrn Studiosus J. Sommer ausgeführte Versuche, betreffend die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Explosionsschallwellen, eingelangt.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires in 8°. Tome XXVI, 1e & 2e Partie. St. Pétersbourg, 1875.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. April 1876; 8°. — Zellen, E., Über teleologische und mechanische Naturerklärung in ihrer Anwendung auf das Weltganze. Berlin, 1876; 4°. — Harms, F., Über die Lehre von Friedrich Heinrich Jacobi. Berlin. 1876; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Kön. Schwedische: Handlingar. Ny Följd. IX. Bd. (1870); X. Bd. (1871); XII. Bd. (1873); Stockholm, 1872—75; 4°. — Bihang, I. Bd. 1. & 2. Heft. II. Bd. 1. & 2. Heft. Stockholm, 1872—75; 8°. — Öfversigt XXX., XXXI. u. XXXII. Årgången, Nr. 1. Stockholm, 1873—1876; 8°. — Lefnadsteckningar. Bd. I. Heft 3. Stockholm, 1869—73; 8°. — Meteorologiska Jakttagelser i Sverige. XII—XIV. Bd. 1870—72. Stockholm, 1872—74; Quer-4°. Mitglieder-Verzeichniss für die Jahre 1872—75. 8°. — Hamilton, H., Minnesteckning öfver Jacob August von Hartmansdorff. Stockholm, 1872; 8°. — De Geer, L., Minnesteckning öfver Hans Järta. Stockholm, 1874; 8°.

Ackerbau-Ministerium, k. k. in Wien: Statistisches Jahrbuch für 1875. IV. Heft. Der Bergwerksbetrieb Österreichs im Jahre 1875. I. Lief. Tabellarischer Theil. Wien, 1876; 8°.

American Chemist. Vol. VI. Nr. 11. New York, 1875; 4°.

Berlin, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nr. 1. Paris, 1876; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 12. Berlin, 1876; 8°.

— der Künste und Wissenschaften, Provinzial Utrecht'sche: Verslag. 1874. Utrecht, 8°. — Aanteekeningen, 1874. Utrecht; 8°. — Acquoy, J. G., Het Klooster te Windesheim. I. Deel. Utrecht, 1875; 8°. — Van Riemsdijk, Th. & Pleyle, W., Peintures murales de l'Église St. Jacques à Utrecht. Leide, 1874; fol.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 14. Wien, 1876; 8°.

— Naturforschende zu Bamberg. Zehnter Bericht. 1871—74. Bamberg, 1875; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1876; 4°.

Goethe, Hermann & Rudolph, Atlas der für den Weinbau Deutschlands und Österreichs werthvollsten Traubensorten. Wien & Stuttgart; Fol.

Goethe, H., Ampelographisches Wörterbuch. Wien, 1876; 8°.

Gümbel, C. W. Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. III. Aus der Umgegend von Trient. München, 1876; 8°.

Ingenieur- u. Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1876; 4°.

Kiel, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1874; 4°.

Leiden, Universität: Annales academici. 1870—71. Lugduni-Batavorum, 1875; 4°.

Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1876, Heft 2. Wien, 1876; 4°.

Nature. Nr. 350. Vol. XIV. London, 1876; 4°.

Nuovo Cimento. Serie 2ª. Tomo XV. Marzo—Maggio 1876. Pisa; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 10. Torino, 1872; 4°.

Ouvaroff, A., Étude sur les peuples primitifs de la Russie. Les Mériens. Mit Atlas. St. Petersburg, 1875; 8° & fol.

Pissis, A., Plano topografico y geologico de la republica de Chile. Levantado por orden del gobierno. 13 Blätter in fol.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". VIᵉ Année, 2ᵉ Série. Nr. 3. Paris, 1876; 4°.

Ricco, A., Sulla successione e persistenza delle sensazioni dei colori. Modena, 1875; 4°. — Über die Farbenwahrnehmung. Modena, 1875; 8°.

Rosenberg, v., C. B. H., Reistochten naar de Geelvinksbaai of Nieuw-Guinea in de Jaren 1869 en 1870. 'S Gravenhage, 1875; 4°.

Società Toscana di scienze naturali: Atti. Vol. I. Fasc. 3°. Pisa, 1876; 8°.

Society, The Royal Astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXVI. Nr. 8. June 1876; London, 8°.

Verein, Militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ der militär-wissenschaftlichen Vereine. XII. Bd. 5. Heft. Wien, 1876; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1876; 4°.

Beiträge zur Kenntniss der Herzfunction.

Von Dr. **Prokop** Freih. **v. Rokitansky,**
Privat-Docenten für Krankheiten der Brustorgane.

(Aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien.)

(Mit 1 Tafel.)

Als ich in einer früheren Mittheilung die Angabe machte, dass Chloralhydrat in grösseren Dosen Herzstillstand bewirke, ging ich, weil dies nur ein nebensächlicher Befund war, und wegen der Schwierigkeit des Problems, auf eine nähere Discussion der Frage nicht ein. An die Möglichkeit, dass dieser Stillstand durch eine Erregung der Hemmungsapparate allein zu Stande komme, konnte ich schon damals nicht denken, wie dies auch (Medic. Jahrbücher 1874, p. 297) angedeutet ist. Immerhin war es zunächst wünschenswerth, die Wirkung des Chloralhydrats an solchen Thieren kennen zu lernen, bei welchen der Hemmungsapparat des Herzens in Folge von Atropin unwirksam gemacht worden war. Ich führte nun solche Versuche sowohl an Kaninchen, als auch an Hunden aus. Ich schrieb erst Blutdruck, reizte die Vagi, respective *Vago-sympathici*, überzeugte mich von der Wirkung des Reizes auf die Druckcurve, injicirte dann die geeignete Dosis Atropin, reizte die Vagi abermals, überzeugte mich nunmehr von der Wirkungslosigkeit des Reizes (soweit es die Hemmung betrifft) und injicirte grössere Dosen Chloralhydrat durch die Jugularis direct ins Herz.

Ich kann nun auf Grundlage vieler Versuche aussagen, dass das Atropin die Herzwirkung des Chloralhydrats nicht aufhebt, dass also die Wirkung des letzteren nicht etwa in dem Sinne aufzufassen ist, wie es nach der Entdeckung Schmiedeberg's über die Wirkung des Muscarins auf das Froschherz zulässig erscheinen konnte, dass nämlich Chloralhydrat den Herzstillstand durch Vagusreizung bewirke. Chloralhydrat wirkt also

nicht wie Muscarin. Es liess sich aus den Versucheu indessen nicht bestimmen, ob die Widerstandsfähigkeit des atropinisirten Herzens gegen Chloralhydrat grösser werde, als die des normalen. Es schien in einigen Versuchen an Kaninchen sich so zu verhalten, aber die individuellen Schwankungen sind an und für sich schon so gross, dass sich eine solche Aussage schwer machen lässt. Das wesentliche Resultat der Versuche blieb, dass die atropinisirten Herzen nach grossen Dosen Chloralhydrat dennoch zum Stillstande gebracht wurden.

Ich habe in den früheren Mittheilungen in Übereinstimmung mit anderen Forschern und vielleicht etwas präciser, als es vor mir der Fall war, dargethan, dass das Chloralhydrat die Erregbarkeit der Centra der Gefässnerven, der Athemnerven und der Stammesmuskelnerven überhaupt soweit herabzusetzen vermag, dass sie weder auf reflectorischem Wege, noch durch Erstickungsblut zu einer merklichen Thätigkeitsäusserung gebracht werden können.

Es lag nun gewiss nahe, den Gedanken aufzunehmen, dass das Chloralhydrat auch die Erregbarkeit der motorischen Centren des Herzens herabsetze und bei grossen Dosen so weit herabsetze, dass die de norma vorhandenen Reize nicht mehr im Stande sind, die Herzthätigkeit auszulösen. Es schien mir daher wünschenswerth, diesen Gedanken auf seine Brauchbarkeit durch das Experiment zu prüfen. Die Frage war aber dermalen unangreifbar, da uns die Reize, welche das Herz zur Thätigkeit anregen, nicht bekannt sind.

Indessen liess sich, nach dem was bis heute in der Literatur vorliegt, die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass die Herzganglien durch eine gewisse chemische Constitution des Blutes angesprochen werden. Eine Thatsache, welche dagegen entschieden ins Gewicht fiele, wäre nur die, dass das ausgeschnittene und blutleere Froschherz dennoch weiter schlägt; aber wir dürfen uns ja vorstellen, dass es sich bei dem Chemismus des Blutes zunächst um die consecutiven Zustände in den Geweben handelt und im blutleeren Herzen müssen ja eo ipso jene Zustände vermuthet werden, wie sie bei der Erstickung eintreten. Es war also nicht ungerechtfertigt, die Untersuchungen von diesem Gesichtspunkte aus aufzunehmen.

Von einem mit der Apnoe eintretenden Herzstillstande ist zwar bisher wenig bekannt geworden. Ich fand nur bei Traube (gesammelte Beiträge 1. Bd., pag. 318) eine einschlägige Bemerkung. Sie lautet: „Unter denselben Bedingungen kann man durch starke Vermehrung der Zahl der Einblasungen bisweilen sogar einen langen Stillstand des Herzens in der Diastole herbeiführen.“ War aber diese eine Angabe zu constatiren, so schien die Aufforderung, die Versuche in der angedeuteten Weise aufzunehmen, um so näher gerückt.

Noch von einer andern Seite her wurde mir die Aufnahme dieser Versuche nahegelegt.

Ich habe nämlich schon früher gezeigt und durch neuere Versuche an Kaninchen sowohl, als an Hunden ausnahmslos bestätigt gefunden, dass der apnoische Stillstand der Athmung leichter hervorzurufen ist und bei der gleichen Zahl der Einblasungen länger dauert, wenn das Thier vorher mit Chloralhydrat behandelt wurde, als wenn dies nicht der Fall war. — So habe ich noch in der letzten Zeit bei chloralisirten Hunden einen apnoischen Stillstand der Athmung in der Dauer von 2 Minuten beobachtet. Die Deutung dieser Erscheinung liegt sehr nahe. Durch das Chloralhydrat wird die Erregbarkeit der Athemnerven-Centren herabgesetzt; werden nun auch durch häufige Einblasungen die Reize vermindert, so muss ein Stillstand der Athmung früher erfolgen, als es bei intacten Centren der Fall ist; anderseits müssen bei geringer Erregbarkeit die Reize bis zu einer grösseren Höhe anschwellen, um die Athmung wieder auszulösen. Nun liesse sich denken, dass die Verhältnisse am Herzen analog sein könnten, und dass ein apnoischer Stillstand desselben nach beträchtlichen Dosen Chloralhydrat leichter erfolgen würde, als de norma. Diese Voraussetzungen trafen indess nicht zu. Ich will hier gleich erwähnen, dass ich die Einblasungen durch ein Uhrwerk ausführen liess, welches gestattet, durch Versetzung des Excenters die Zahl der Einblasungen bis auf nahe 200 in der Minute zu steigern; doch bediente ich mich keiner so hohen Frequenz, sondern begnügte mich mit 120 bis 140 Einblasungen in der Minute. Ich liess dabei den Blutdruck auf dem continuirlichen Papiere schreiben und überzeugte mich, dass bei 120 Einblasungen weder die Schlagfolge noch die

Elongationen der Schläge in einer den Voraussetzungen entsprechenden Weise abgeändert wurden.

Nachdem die Versuche soweit gediehen waren, schien mir noch die folgende Betrachtung zulässig. Es ist denkbar, dass die motorischen Ganglien des Herzens, auch der Säugethiere, gegen venöses Blut so überaus empfindlich sind, dass der Zufluss, den die Vorhöfe von den Venen aus bekommen, selbst im apnoischen Zustande des Thieres immer noch geeignet ist, jene Ganglien zu erregen. Wir müssen ja bedenken, dass das Blut, auch wenn es in seinen arteriellen Bahnen mit Sauerstoff überladen ist, immer noch sauerstoffärmer durch die Venen zurückkehrt und dieser Zustand könnte genügen, um das überaus empfindliche sympathische System des Herzens anzuregen. Das Venensystem ganz auszuschliessen war aber nur durch eine sehr complicirte Operation zu erreichen. Ich zog es daher vor, die Versuche am Froschherzen auszuführen. Da wir durch die Untersuchungen aus dem Laboratorium von C. Ludwig wissen, dass das Froschherz im Kaninchenblut-Serum sehr gut fortarbeiten kann, so war anzunehmen, dass Kaninchengesammtblut dieselbe Leistung aufbringen werde. Ich hätte hier defibrinirtes Blut wählen und dasselbe künstlich durch das Froschherz leiten können. Diese Methode hat sich aber als nicht zweckmässig erwiesen, weil mir kein Apparat zur Verfügung war, welcher das defibrinirte Blut so mit Sauerstoff imprägnirt hätte, als es in den Lungen der Fall ist; für alle Fälle, wenn ich auch eine solche Einrichtung eingeschaltet hätte, liesse sich der Vorwurf erheben, dass er immer noch nicht leiste, was die Lungen zu leisten vermögen. So glaubte ich also am Besten zu thun, wenn ich ein Froschherz in den Kreislauf des Kaninchens einschalte.

Ich verfuhr dabei wie folgt. Es wurde das Froschherz mit zwei kurzen, doppelt geknöpften Canülen versehen, und zwar wurde die Eine in eine Vene, und die Andere in eine Aorta eingebunden. Dann wurde ein solches Präparat verfertigt, dass das Herz sammt dem zugehörigen Rückenstücke des Thieres ausgeschnitten und alle hiebei eröffneten Gefässe unterbunden wurden, und dann das ganze Präparat so an das Kaninchen herangeschoben, dass die beiden freien Enden der Canülen in die

beiden Enden einer durchschnittenen Carotis eingebunden werden konnten.

Da sich indessen herausgestellt hat, dass die Gerinnung doch zu rasch erfolge, um den Versuch längere Zeit fortzusetzen, so zog ich es später vor, nur Eine Canüle in den Vorhof des Froschherzens einzuschieben, das andere Ende dieser Canüle in das centrale Ende einer Carotis einzubinden und die übrigen Mündungen des Froschherzens offen zu lassen. So konnte ich bei Eröffnung der Carotis das Kaninchen durch das Froschherz hindurch verbluten lassen und während des Verblutens dem Thiere bald Apnoe, bald Dyspnoe machen. Das Blut gerann bei solchen Versuchen nur ausnahmsweise so rasch, um die Wiederholung des Durchströmens von Blut verschiedener Röthe zu verhindern. Ich konnte vielmehr in einigen Fällen die Carotis nach einem Strömungsversuche abschliessen, dann Apnoe machen und strömen lassen, dann die Athmung aussetzen und wieder strömen lassen und in solcher Weise den Versuch mehrmals wiederholen. Ich war aber trotz alledem nicht im Stande, irgend eine erhebliche Differenz in der Arbeit des Froschherzens wahrzunehmen, sei es, dass es vom hellrothen Blute durchströmt hellroth, oder aber von dyspnoischen Blut durchströmt, vollständig dunkel war.

Wohl ereignete sich manchesmal, dass mit dem Eröffnen der Carotis das Herz stille blieb, und wenn dies zufällig mit der hellrothen Phase zusammenfiel, so konnte man sich der Täuschung hingeben, einen apnoischen Stillstand vor sich zu haben. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass das Herz bei beiden Blutsorten kräftig schlägt, solange als der Abfluss frei ist, und es durch den intracardialen Druck nicht zu stark ausgedehnt ist. Sowie die Abflüsse gehemmt werden, expandirt sich das Herz und bleibt in der Expansion stillstehen, gleichviel, ob es vorher atropinisirt wurde oder nicht. Auf den Einwand, dass die eben angeführten Versuche auf die im Eingange dieser Abhandlung aufgestellte Frage immer noch keine entscheidende Antwort bringen, weil ja das Kaninchenblut doch nicht für das Froschherz dasselbe zu leisten vermag wie Froschblut, kann ich vorläufig nur das vorbringen, dass ein Froschherz, selbst wenn es im Beginne des Versuches nur unvollkommen und mit grossen Pausen arbeitete, mit dem Eröffnen der Carotis des Kaninchens so

rasch und heftig zu pulsiren begann, wie es kaum jemals am lebenden Frosche wahrzunehmen ist.

Bernstein hat (Centralblatt f. m. W. 1876 N. 22) einen Beweis dafür aufgebracht, dass das Froschherz durch Kaninchenblut gereizt wird. Die zuletzt angeführte rasche Pulsation des Froschherzens im Kaninchenkreislaufe ist geeignet, jenen Beweis zu unterstützen. Aber meine Argumentation wird dadurch nicht beeinflusst. Denn was mein Versuch lehren soll, ist, dass die Reize, welche das Herz zum Schlagen veranlassen, durch einen Ueberschuss an Sauerstoff nicht fortgeschafft werden.

Ich muss daher nach all' den Versuchen der Meinung Ausdruck geben, dass sich die motorischen Centren des Herzens anders verhalten wie die Athemnervencentren, dass jene, nicht so wie diese, durch die Überladung des Blutes mit Sauerstoff in ihrer Thätigkeit herabgesetzt werden. Im Gegentheile scheint das Herz caeteris paribus besser zu schlagen, jemehr sich das Blut vom venösen Zustande gegen die äusserste Grenze des arteriellen sich nähert.

Bei Gelegenheit der Untersuchungen des Blutdruckes während der sehr häufigen Einblasungen, fiel es auf, dass die gezeichnete Welle Schwankungen zeigte, welche weder dem Rhythmus der Einblasungen noch auch dem der Herzthätigkeit entsprach, wie sich dies aus der Tafel ergibt. Die untere Curve dieser Tafel stellt die Zeiten in Secunden, die mittlere die Blutwellen und die obere die Athemfrequenz dar. Der Rhythmus der Einblasungen war der Art, dass auf jede Secunde etwas mehr als zwei Respirationen fielen, und die Druckcurve ergibt, dass die Schwankungen der Blutwellen zwar von ungleichem Verlaufe sind, dass aber selbst die kürzesten derselben mehrere (etwa fünf) Secunden in Anspruch nehmen. Von den Lungen aus, respective durch den wechselnden Luftdruck in den Lungen können diese Schwankungen also nicht bedingt sein. Wenn man die Versuche häufig wiederholt, so ergibt es sich, dass mit diesen Schwankungen auch die Elongation der Herzschläge variirt, ja oft der Art, dass je einem Wellenberge Elongationen entsprechen, welche diejenigen des Wellenthales um ein Mehrfaches übertreffen. Wo

dies der Fall ist, können die ungleichen Elongationen allein schon die Unebenheit in den Blutdruckscurven bedingen. Von diesen Fällen will ich daher absehen. Wenn man die in der Tafel mitgetheilte Curve ansieht, so ergibt sich, dass in diesem Falle der wellenförmige Verlauf der Blutdruckscurve von wechselnden Elongationen allein nicht abhängen kann.

Die beschriebenen Schwankungen erscheinen bei einem noch gut erregbaren Zustande des Rückenmarkes nicht. Wenn ich das Thier schwach curarisire und sofort die häufigen Einblasungen einleite, so bleiben diese Schwankungen aus. Wenn hingegen das Rückenmark schon unter dem Einflusse einer beträchtlichen Chloralhydrat-Intoxication steht, treten sie bei einer gewissen Frequenz der Athmung, wenn auch nicht immer, aber häufig hervor.

Prof. Schroff jun., der gleichzeitig mit mir eine Versuchsreihe an Hunden mit durchschnittenem Halsmarke durchgeführt hat, zeigte mir auch, dass analoge rhythmische Gefässschwankungen bei häufigen Einblasungen nach Durchschneidung des Halsmarkes auftreten.

Einige Details der Curven in der Tafel finden sich in der folgenden Tabelle durch Zahlen ausgedrückt.

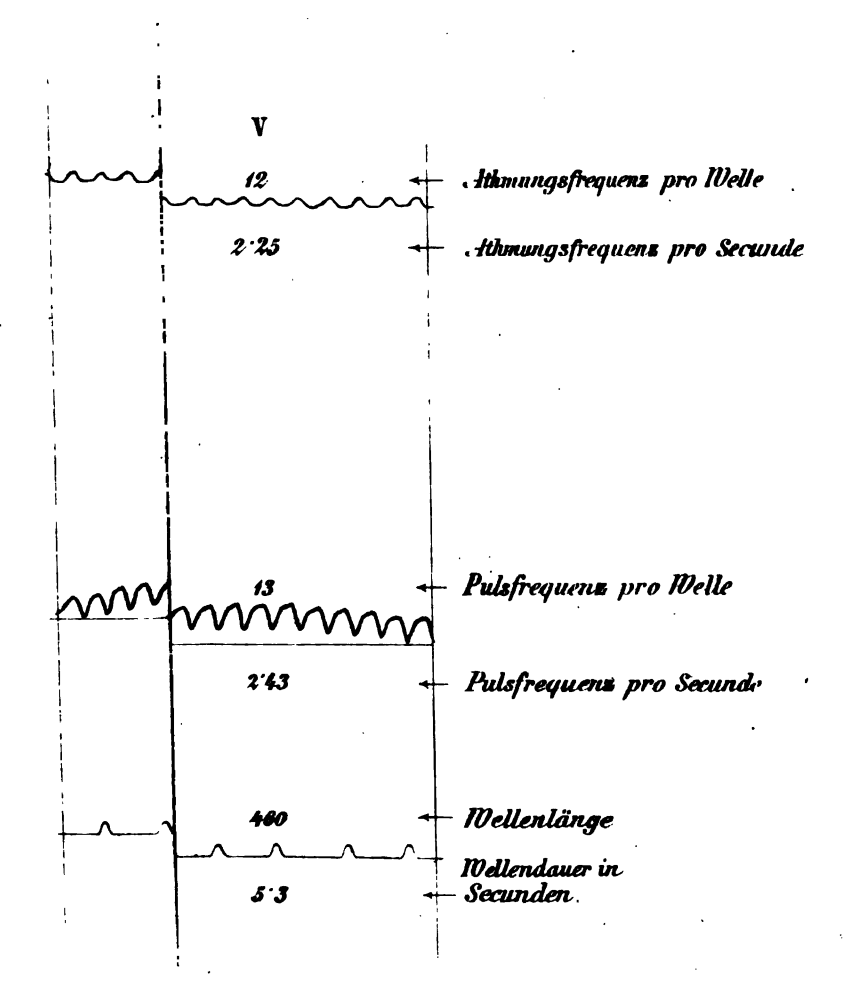
Zeiten der Wellendauer in Secunden	Athem-frequenz pro Secunde	Athem-frequenz pro Blutwelle	Pulsfrequenz pro Secunde	Pulsfrequenz pro Blutwelle
1. 4·85	2·26	11	2·46	12
2. 4·5	2·26	10	2·44	11
3. 5·75	2·26	13	2·43	14
4. 5·5	2·25	12	2·43	13
5. 5·3	2·25	12	2·43	13

Es ergibt sich daraus, dass mein Athmungsapparat, der sich seine Frequenzen selbst gezeichnet hat, in drei aufeinanderfolgenden Wellen bis auf die zweite Decimale übereinstimmende Frequenzen zeigt. Ich muss also annehmen, dass er innerhalb der entsprechenden Zeit von circa 15 Secunden gleichmässig gearbeitet habe. Wenn aber nichts destoweniger eine Welle 4·5, und die andere 5·75 Secunden in Anspruch genommen hat, so

ist es nicht wahrscheinlich, dass die Wellen von einer Unregelmässigkeit der Athmung abhängen. Ausser dem Athmungsapparat hat aber auch das Herz regelmässig gearbeitet. Wir sehen Frequenzen, die erst in der zweiten Decimale um 1—2 von einander differiren. Es können also die Schwankungen der Curve mit Unterschieden von (5·75—4·5) = 1·25 Secunden Zeitdifferenz auch nicht durch Unregelmässigkeit des Herzens bedingt sein. Die nächsten Vermuthungen, die sich mir in Folge dessen aufdrängten, waren, dass ich es mit Schwankungen in den Weiten der kleinen Arterien zu thun habe. Dagegen spricht allerdings der Umstand, dass das Rückenmark dabei sich in einem wenig erregbaren Zustande befindet und kaum daran zu denken ist, dass in ihm unter solchen Umständen noch rhythmische Innervationen ablaufen.

Ausgeschlossen ist indessen jene Vermuthung dadurch immer noch nicht. Die Schwankungen, welche sich ja als ganz unregelmässig erweisen, könnten immerhin in der Peripherie veranlasst werden. Ich bin aber nicht in der Lage, einen Beweis für die Vermuthung aufzubringen, und muss es daher bei der Anführung der Thatsache bewenden lassen.

Pr. Freil



Lith. v Dr J. Heitzmann

k.k. Hof- u. Staatsdruckerei

Untersuchungen über die Gefässnerven-Wurzeln des Ischiadicus.

Von dem c. M. S. **Stricker.**

Resultate.

Der Ischiadicus des Hundes bezieht seine dilatatorischen Gefässnerven aus dem Rückenmarke auf zweierlei Weise: erstens direct durch seine Rückenmarkswurzeln, und zweitens auf dem Umwege durch den Grenzstrang.

Die directen Fasern sind der Hauptmasse nach in dem vierten und fünften Lendennerven enthalten, welche beim Hunde als die eigentlichen Wurzeln des Ischiadicus angesehen werden können, und ihm die weitaus überwiegende Masse von Nervenfasern überhaupt zuführen.

Die hinteren (sensiblen) Wurzeln des vierten und fünften Lendennervenpaares enthalten regelmässig Hemmungsfasern für die Gefässe der entsprechenden Pfote; mechanische sowohl wie elektrische Reizung der peripheren Stümpfe dieser Wurzeln bewirkt eine Erhöhung der Pfotentemperatur.

Die vorderen motorischen Wurzeln dieser beiden Paare haben sich in ihren Wirkungen auf die Pfotentemperatur unbeständig erwiesen. Ihre Reizung war manches Mal ganz ohne Wirkung auf die Gefässe, bei anderen Thieren ergab sich eine Erweiterung und bei noch anderen eine Verengerung.

Die Hemmungsfasern der sensiblen Wurzeln des Ischiadicus gehen nicht (etwa hin und zurück auf derselben Bahn durch die *Rami communicantes)* durch den Grenzstrang. Ihre Reizung hatte noch gefässerweiternde Wirkung, nachdem der unterste Abschnitt des Grenzstranges exstirpirt worden war.

Die indirecten Gefässnerven des Ischiadicus verlassen das Rückenmark durch die oberen Lenden- und durch eine grössere Zahl von Brustnerven.

Wurzeln der gefässverengenden Fasern des Ischiadicus lassen sich noch bis an den vierten Brustnerven hinauf nachweisen.

Methode.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung lassen sich mit Sicherheit weder an curarisirten noch an narkotisirten Hunden constatiren.

An curarisirten nicht, weil das Curare die Hautgefässe beeinflusst. Wenn man einen Hund mit Curare vergiftet und ihn unbedeckt unter dem Einflusse künstlicher Respiration mit nicht vorgewärmter atmosphärischer Luft liegen lässt, so kühlen die Pfoten viel rascher ab als das Blut. Unmittelbar nach der Einspritzung des Giftes steigert sich zwar ihre Temperatur; aber schon nach 15 bis 20 Minuten beginnt eine Abkühlung, die, so lange die Nerven sonst intact sind, der Erniedrigung der Bluttemperatur mächtig voraneilt. Nur selten und namentlich nach Nervendurchschneidungen treten Schwankungen auf; in der Regel ist das Rückschreiten der Quecksilbersäule ein continuirliches, bis die Pfoten die Temperatur der umgebenden Luft nahezu erreicht haben. Unter diesen Umständen sind feinere Untersuchungen über Gefässnerven nicht anzuempfehlen. Ich habe beispielsweise erfahren, dass bei vorgerückter Abkühlung des ganzen Körpers selbst Durchschneidungen des Ischiadicus nur eine ganz unbedeutende Temperaturssteigerung der entsprechenden Pfote zur Folge hatten. Es trifft ferner häufig zu, dass Durchschneidung des Halsmarks vollständig curarisirter Thiere die fortschreitende Erniedrigung der Pfotentemperatur nicht aufhält Die Ergebnisse der Durchschneidung und Reizung der einzelnen Ischiadicuswurzeln curarisirter Thiere geben daher über die thatsächliche Beziehung dieser Wurzeln zu den Gefässen keinen genügenden Aufschluss.

Chloroform,- Äther- und Chloralhydrat-Narkosen sind für solche Untersuchungen gleichfalls nicht anzuempfehlen, weil sich die Pfoten unter dem Einflusse dieser Narkosen, wie schon Böhtling gezeigt hat, erwärmen. Mit dem Schwanken der Narkose kommen hier wieder unberechenbare Schwankungen ins Spiel.

Diese Versuche, bei welchen es weniger auf genaue thermometrische Messungen, als auf das Feststellen der Richtung ankommt, die das Quecksilber in Folge des Eingriffes einschlägt, erfordern Thiere, bei welchen unberechenbare Schwankungen nach Thunlichkeit vermieden werden. Solche Thiere kann man sich, wie folgt, verschaffen.

Wenn man nach dem Vorgange von Goltz das Brustmark vom Lendenmarke trennt und abwartet, bis die Hinterpfoten wieder abkühlen, so kann man am Lendenmarke, ohne Zuhilfenahme der Narkose nach Belieben operiren, so lange das Vorderthier durch einen Wärter beschäftigt wird.

Ich habe meine Versuche zumeist an jungen (zwei bis drei Monate alten) Hunden ausgeführt, und ihnen das Brustmark in der Gegend des 7. oder 8. Brustwirbels ohne Knochenverletzung durchschnitten. In der Regel erholten sich die Thiere bald und frassen, wenn nicht an demselben, so doch schon an dem folgenden Tage. Überdies liess ich die Thiere besonders pflegen. Es wurde erstens täglich die Harnblase entleert, da diese sonst bedeutende Dimensionen annimmt. Hebt man ein so gelähmtes Thier am zweiten oder dritten Tage durch Fixation des Kopfes in die Höhe, so fliesst der Harn schon durch die Zerrung der Bauchwand, respective durch ihren Druck auf die Blase ab. Das Harnträufeln einerseits, und die Verdrängung der Baucheingeweide andererseits, sind dem Fortkommen des Thieres abträglich. Zweitens liess ich die Wunde, so wie das ganze Thier täglich sorgfältig waschen. Es befördert dies das Granuliren der Wunde, und hemmt das Auftreten von Decubitus.

Wenn man die Thiere einen Tag nach der Operation noch so intensiv mit kaltem Wasser wäscht, so erreichen die Hinterpfoten doch bald nach dem Bade wieder eine hohe Temperatur. Bei hoher Durchschneidung trifft dies in der Regel auch noch am zweiten und dritten Tage zu, zuweilen auch noch am vierten. Am fünften Tage hingegen, und wenn dies nicht, so doch am sechsten Tage erweist sich das kalte Bad sehr wirksam, wenn die Hinterpfoten bei der Aufnahme des Versuches noch wärmer sind, als es wünschenswerth ist.

Trocknet man dann das Thier, und legt in beide Hinterpfoten Thermometer ein, so ergibt es sich, dass die Temperatur

sehr allmälig absinkt. Hat das Quecksilber beiderseits einmal diese Richtung eingeschlagen, dann ist es Zeit, den Versuch zu beginnen.

Ich liess das Thier ungebunden auf den Bauch legen; der Wärter, der das Thier gefüttert, sorgte dafür, es in Ruhe zu erhalten; die beiden Hinterbeine wurden ausgestreckt, und Thermometergefässe zwischen den Zehen durch je ein weiches Bändchen fixirt. Nunmehr wurde der Lenden-Wirbelcanal möglichst weit eröffnet, die Blutungen gestillt, und abgewartet, bis beide Quecksilbersäulen wieder eine rückschreitende Bewegung anzeigten; denn das Blosslegen des Lendenmarks pflegt von einer Erhöhung der Pfoten-Temperatur begleitet zu sein. Erst wenn diese Erwärmung vorüber war, begann ich an den Nervenwurzeln einer Seite zu arbeiten. Die Controle für die richtige Deutung der Versuchsergebnisse liegt dann darin, dass die beiden Thermometer stets verglichen werden.

Die Temperaturssteigerung einer Pfote unmittelbar nach einer Nervendurchschneidung oder Reizung, konnte um so sicherer als die Folge dieser Operation angesehen werden, wenn die Temperatur der anderen Pfote gleichzeitig absank.

Hat irgend ein Eingriff eine so bedeutende Erwärmung zur Folge gehabt, dass die Rückkehr zum Ausgangspunkte längere Zeit in Anspruch nahm, so benützte ich die Zeit um inzwischen an der anderen Seite zu operiren; dann erschien wieder der Gegensatz, dass die Temperatur der letztoperirten Seite stieg, während die an der erstoperirten abfiel.

Unter diesen Umständen gewährte also die Beobachtung an zwei Thermometern eine ziemlich verlässliche Stütze zur Beurtheilung gewisser Nervenleistungen.

Da, wie dies jetzt schon von mehreren Seiten hervorgehoben wurde, die Temperaturssteigerung nach einer Nervendurchschneidung eine zweideutige Erscheinung ist, so habe ich den Durchschneidungen zumeist noch Reizungen der peripheren Stümpfe folgen lassen. Da aber der Werth elektrischer Reizungen bei so kurzen Nervenstämmen, und angesichts der nahen Nachbarschaft anderer Nerven, angezweifelt werden könnte, habe ich stets mit mechanischen Reizungen begonnen. Ich habe eine Wurzel erst abgebunden, dann zwischen Ligatur und

Rückenmark durchschnitten und den Erfolg abgewartet. Im Falle des positiven Erfolges wurde weiter abgewartet, bis die Temperatur wieder im Rückschreiten begriffen war. Dann wurde am peripheren Stumpfe unterhalb der ersten Ligatur eine zweite angelegt und abermals abgewartet u. s. f.

Insoweit sich meine Untersuchungen auf sensible Wurzeln bezogen, wurde jedesmal das Ganglion aufgesucht, und eine Wurzel nur dann als sensibel in das Protokoll eingetragen, nachdem der Zusammenhang der gereizten Nerven mit dem Ganglion constatirt worden war.

Von der geschilderten Versuchsform bin ich nur in einem Falle abgegangen.

Ich wollte eruiren, ob die Gefässnerven, welche in den Ischiadicuswurzeln nachweisbar sind, nicht etwa dennoch durch den sympathischen Grenzstrang laufen. Es wäre ja möglich, dass sie durch denselben *Ramus com.* hin- und zurückgehen. Zum mindesten durfte man, so lange dieser Fall nicht ausgeschlossen werden konnte, nicht behaupten, dass es sicher Gefässnerven gebe, welche den Grenzstrang nicht passiren.

Um sich hierüber zu orientiren, war es nöthig, erst den unteren Abschnitt des Grenzstranges zu exstirpiren, und dann die Ischiadicuswurzeln zu reizen. Die Operation in der Bauchhöhle erforderte aber ein narkotisirtes oder curarisirtes Thier. Ich habe das letztere gewählt, und zwar wurde, da das Brustmark durchschnitten war, das Thier nur mässig vergiftet, um eben im Beginne des Versuches mit Ruhe den Sympathicus ausschälen zu können. Während der späteren Nervenreizung war das Thier schon wieder beweglich, was aber wegen der Lähmung des Hinterthieres der Operation keinen Eintrag that.

Wohl kam dabei ein anderer Übelstand in Betracht. Nach der Exstirpation eines Grenzstranges erwärmte sich die Hinterpfote der entsprechenden Seite. Es musste abgewartet werden, bis ein Temperaturstillstand eintrat, und dann waren die Steigerungen in Folge der Nervenreizung nur gering, weil die Pfoten schon ohnehin von der Bluttemperatur nur mehr um wenige Grade differirten. Aber es handelte sich in diesem Falle nicht mehr um intensive Wirkungen, sondern um solche Wirkungen

überhaupt, welche die Continuität der Gefässnerven zu erweisen geeignet sind.

Bevor ich an die Mittheilung von Protokollen schreite, will ich noch bemerken, dass ich mich in Bezug auf die von Goltz gefundenen Hemmungsnerven des Ischiadicus den Angaben von Ostrumoff, ferner von Keudall und Luchsinger anschliessen muss. Ich habe die Beobachtung, dass die Reizung eines peripherischen Ischiadicusstumpfes schon etwa 24 Stunden nach der Durchschneidung bestimmte dilatatorische Wirkungen erkennen lässt im Jänner 1876 im Wiener chemisch-physikalischen Verein mitgetheilt und in einer Note zu dem im Jänner 1876 erschienenen Aufsatze von Böhtling angedentet. Ich will damit nicht ein Anrecht auf die Priorität der Entdeckung ansprechen, die ja zweifellos Ostrumoff gebührt, sondern ich glaube nur, dass es der Festsetzung der Thatsache förderlich sein kann, wenn sie mehrere von einander unbeeinflusste Beobachter constatiren. Ich füge dies hier an, weil in dem folgenden Protokolle Daten enthalten sind, welche sich hierauf beziehen, und zur Beurtheilung der gegensinnigen Temperatursbewegung an beiden Pfoten in ihrem Entstehen bekannt sein müssen.

Protokolle.

Ich habe nach jeder Lesung je drei Zahlen angeschrieben, von welchen die erste die Zeit in Stunden, Minuten; die zweite die Temperatur der linken, die dritte die der rechten Hinterpfote etwa wie folgt: 3·18, 24·6, 24·5 angibt.

Protokoll Nr. 1.

17. Juni 1876.

Junger Fleischerhund von 3700 Gr. Brustmark am 8. Brustwirbel ohne Knochenverletzung durchschnitten.

21. Juni.

Das Thier ist sehr munter, die Wunde granulirt

8·31	24·2	25·5

Ischiadicus linkerseits durchschnitten

9·0	28·2	23·6
11·10	35·2	35·2

22. Juni.

9·0	27·2	29·1

Die Pfoten kalt gewaschen

9·20	21·3	22·1

Lendenmark blossgelegt und rechts das letzte Lendenwurzelpaar isolirt auf Fäden gelegt.

9·50	21·9	22·4

Die motorische Wurzel abgeschnitten, hierauf keine merkliche Änderung der Pfotentemperatur

9·52	21·9	22·28

9 Uhr 53, sensible Wurzel durchschnitten; die Temperatur der rechten Pfote erhob sich sofort und stieg bis 24·6.

9·55	21·8	24·6
9·57	21·8	23·9

10 Uhr. Zweite Abschnürung des peripheren Stumpfes der sensiblen Wurzel; die rechte Pfote erwärmte auch sofort von 23·4 aufwärts

10·02	21·8	28·0	10·05	21·8	31·2
10·07	21·8	31·3			

und beginnt von da ab zu sinken.

Um die Zeit bis zur genügenden Abkühlung der rechten Pfote zu nutzen, wurde jetzt der periphere Stumpf des gestern durchschnittenen linken Ischiadicus aufgesucht und elektrisch gereizt. Die Temperatur der linken Pfote fing sofort zu steigen an. Es wurde 80 Secunden gereizt, und die Temperatur erhob sich von 21·8 auf 32·2.

10·17	32·2	29·1	10·22	34·8	28·0
10·30	31·3	25·7	10·34	29·7	24·8

Nun wurde die früher erwähnte sensible Wurzel rechts ein drittes Mal abgeschnürt; sofort hob sich wieder die Temperatur rechts.

10·36	29·1	29·9	10·40	28·4	32·5

von hier ab sinkt die Temparatur beiderseits.

Die Zwischenzeit wurde abermals zur Reizung des peripheren Stumpfes des Ischiadicus linkerseits benützt.

Reizdauer 67 Secunden.

Die Temperatur links stieg dadurch während der Reizung von 27·4 auf 29·9 und stieg noch nach der Reizung weiter

10·46	32·0	31·8	10·49	32·5	31·0

und sank von da ab beiderseits.

Nun wurde die motorische Wurzel des erwähnten Nerven ein zweites Mal abgeschnürt.

Die Temperatur sank in demselben Tempo wie früher beiderseits.

11 Uhr	28·9	29·4

Dieselbe motorische Wurzel 40 Secunden elektrisch gereizt.

Dabei sank die Temperatur rechts etwas rascher von 29·4 auf 28·8 und hob sich nach der Reizung wieder auf 29·5

11·02	28·5	29·4

Noch einmal die sensible Wurzel durch 50 Secunden gereizt, die Temperatur erhob sich auf der entsprechenden Seite von 29·0 auf 33·4

11·07	27·8	33·4

Abermals die motorische Wurzel gereizt. Die Steigung wurde sistirt, und trat eine Senkung um 0·1 auf.

Nach der Reizung begann hingegen die Steigung abermals

11·10	27·4	35·2

Die analogen Versuche mit dem nächst tieferen Wurzelpaare hatten auf die Temperatur der Pfote keinen Einfluss. Die Versuche mit dem nächst höheren Paare ergaben wieder positive Resultate.

Die Reizung der sensiblen Wurzel dieses 4. Lendenpaares ergab wieder Steigung, die der motorischen hingegen hatte keinen merklichen Einfluss auf die Temperatur.

Durchschneidungen der zwei nächst höheren sensiblen Wurzeln ergaben wieder geringe, vorübergehende Steigungen. Durchschneidung einer ihnen entsprechenden motorischen Wurzel

ergab geringe Steigung, die nachträgliche Reizung hatte aber keinen Effect

2·56	24·4	26·6

Das Rückenmark vom Conus bis zur ursprünglichen Wunde am 7. Brustwirbel vollsändlg exstirpirt.

Die Temperatur beider Pfoten stieg um einige Zehntel

3·00	25·0	27·2

Ischiadicus rechts durchschnitten die Temperatur der rechten Pfote stieg sofort

3·05	24·6	32·0

Reizung des peripheren Ischiadicusstumpfes rechts ergab eine prompte Senkung von 34·8 auf 32·9. Nach der Reizung sofort Steigung.

3·10	24·6	34·2

Protokoll Nr. 2.

13. Juli 1876.

Junger Hund von 9 Kilo, dem am 10. Juli das Brustmark in der Höhe des 5. bis 6. Brustwirbels und nach Zertrümmerung des letzteren durchschnitten wurde. Das Thier hat am 11. und 12. Juli gefressen, am 13. Morgens jedoch nahm es keine Nahrung an. Da auch die Körpertemperatur auf 37·4 gesunken war, wurde angenommen, dass sein Leben gefährdet sei, und daher, trotzdem die Hinterpfoten noch an 35° C. aufwiesen, dem Versuche unterworfen.

Die Hinterpfoten wurden etwa 10 Minuten in kaltem Wasser gebadet und dann das Lendenmark blossgelegt, und die sensible Wurzel des vierten Lendennerven rechterseits durchschnitten

9·42	31·2	31·7	9·50	31·9	32·4

9·58	32·3	33·1

10·5 curarisirt mit 2·4 C. C. glycerinischer Lösung und sofort den linken Grenzstrang in der Bauchhöhle bis an das Kreuzbein herab präparirt

10·30	27·8	32·25

Den Grenzstrang (links) exstirpirt

10·35	28·5	30·7	10·45	31·6	28·6
11·0	32·0	26·4	11·2	31·9	26·2

11·5. sensible Wurzel des 5. Lendennerven links durchschnitten; die Temperatur der linken Hinterpfote, welche seit 11 Uhr im steten Sinken begriffen war, hob sich von 31·8 auf 32·0 und fing schon um 11 Uhr 7 M. wieder zu sinken an.

11·10	31·4	25·7

11·13. Den peripheren Stumpf der sensiblen Wurzel des 5. Lendennerven links dreimal hinter (unter) einander abgeschnürt.

11·13	31·1	25·5	11·15	32·1	25·3
11·18	32·3	25·2	11·20	32·5	25·1
11·24	32·5	25·0	11·30	32·1	24·8

Die entsprechende motorische Wurzel durchschnitten

11·32	32·1	24·8

Diese Wurzel 40 Secunden lang mit einem schwachen Strome gereizt. Die Temperatur der entsprechenden Pfote hob sich während dessen um 0·1

11·34	32·15	24·8

Auf wiederholte Abschnürungen dieser motorischen Wurzel erfolgen kleine Erhebungen von 0·05 bis 0·1

Auf wiederholte Abschnürungen der sensiblen Wurzeln des 4. Lendennerven abermals bedeutendere Steigerungen ähnlich wie früher beim 5. Paare.

Bemerkungen zu den Protokollen.

Die Ergebnisse der Durchschneidung und Reizung der im Protokolle Nr. 1 genannten sensiblen Wurzeln waren an acht Thieren, welche nach derselben Methode untersucht worden sind, übereinstimmend. Sowohl an curarisirten Thieren, hingegen als auch an solchen, welchen ohne jede Vergiftung das Halsmark abgequetscht wurde, waren die Resultate, namentlich bei vorgerückter Abkühlung des Blutes schwankend und unverlässlich.

Die Folgen der Durchschneidung und Reizung der motorischen Wurzeln stimmten auch bei jenen acht Thieren unter einander nicht überein. Dreimal ergaben sich Resultate ähnlich

denen, wie sie im Protokoll Nr. 1 angezeichnet sind. Die Durchschneidung hatte keine, oder nur unbedeutende Temperaturs-Erhöhung, die elektrische Reizung hingegen eine mässige Erniedrigung zur Folge, auf welche nach der Reizung eine Wiedererhöhung eintrat, alles Erscheinungen, die wohl für die Existenz motorischer Gefässnerven in den vorderen Wurzeln sprechen.

In einem vierten Falle erfolgte auf die Durchschneidung je einer motorischen Wurzel des Ischiadicus eine merkliche Temperaturserhöhung; es wurden aber keine Reizungen ausgeführt.

In den übrigen Fällen ergaben sich auf elektrische Reizungen der motorischen Wurzeln des Ischiadicus Erweiterungen der Pfotengefässe; auf Umschnürungen hingegen kaum merkliche Änderungen.

Ich muss darum die Frage nach der Anwesenheit und der Natur der Gefässnerven in den motorischen Wurzeln des Ischiadicus unentschieden lassen.

Da sich aus den Versuchen an den einzelnen Wurzeln mit Bestimmtheit und constant nur die Hemmungsnerven erkennen liessen, muss ich über die gefässverengenden Fasern noch Folgendes bemerken.

Dass gefässverengende Fasern für den Ischiadicus das Lendenmark verlassen, geht wohl mit Bestimmtheit daraus hervor, dass Abtrennung des Lendenmarkes vom Brustmarke eine Erwärmung der Hinterpfoten nach sich zieht, welche zwei bis mehrere Tage andauert. Wäre die Erwärmung nur die Folge der Reizung von Hemmungsnerven, so dürfte sie nach meinen Erfahrungen über Gefässhemmungsnerven nicht so lange dauern.

Die hohe Temperatur der Hinterpfoten hat bei meinen Versuchen länger gedauert (4—5 Tage) wenn das Brustmark in der Mitte, als wenn es an der Grenze des Lendenmarks durchschnitten wurde. Hierin liegt wohl gleichfalls ein Beleg dafür, dass es sich hier um die Folgen der Lostrennung verengernder Gefässnerven von ihren Centren handeln muss; denn es ist wahrscheinlicher, dass die Wiederherstellung einer gestörten Innervation bei Durchschneidungen in verschiedener Höhe verschieden lange dauern kann, als dass die Nachwirkung des Reizes an verschiedenen Stellen, um eine mehrtägige Dauer differiren sollte.

Mein Protokoll Nr. 1 lehrt aber eben so bestimmt, dass gefässverengende Fasern für den Ischiadicus noch oberhalb der Schnittstelle das Rückenmark verlassen müssen; widrigenfalls könnte die Durchschneidung des Ischiadicus nach Exstirpation des gesammten unteren Rückenmarksstumpfes keine Temperaturserhöhung der Pfote bewirken, und zwar unter Umständen, die wie Protokoll Nr. 1 zum Schlusse aussagt die Annahme, dass es sich dabei um die Reizung hemmender Fasern handle, bestimmt ausschliessen; denn es ist der periphere Stumpf des Ischiadicus unmittelbar nach der Durchschneidung gereizt worden, und es hat sich sofort eine Temperaturssenkung der Pfote ergeben, der bald nach der Reizung eine Steigerung folgte.

In einem Falle habe ich vor der Durchschneidung des Ischiadicus das Brustmark eines Thieres, welches mehrere Tage vorher an dem 7. Brustwirbel durchschnitten war, noch bis zum 4. Brustwirbel hinauf exstirpirt. Etwa zwei Stunden nach dieser eingreifenden Operation waren beide Hinterpfoten im Abkühlen begriffen. Eine Durchschneidung des Ischiadicus hat nunmehr noch eine Erwärmung von etwa 1 Centigrade zur Folge. Ich glaube daher schliessen zu dürfen, dass mindestens vom 4. Brustnervenpaare noch gefässverengende Fasern in den Ischiadicus gelangen. Allerdings schien es aber, dass wir hier der oberen Ursprungsgrenze dieser Fasern nahe waren, und dass es sich dabei nur noch um wenig mächtige Verstärkungen des Ischiadicus handelte, zumal seine Durchschneidung eine nur geringe Steigerung zur Folge hatte.

Angesichts dieser Darstellung drängt sich wohl die Frage auf, warum die tonisirenden Fasern, welche das Rückenmark oberhalb der Schnittstelle verlassen, nicht sofort oder kurze Zeit nach der Durchschneidung in Wirkung treten; warum die Wiedererkaltung der Pfoten mehrere Tage auf sich warten lässt.

Ich verschiebe die Beantwortung der Frage auf eine spätere Abhandlung, wo ich sie, gestützt auf noch andere hieher gehörige Erscheinungen, erörtern werde, zumal die Anerkennung der Thatsache an und für sich, dass nämlich tonisirende Fasern von so hoch oben entspringen, ganz unabhängig von dieser Beantwortung erfolgen kann.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, dass die von mir gemachte Erfahrung über die Anwesenheit dilatatorischer Gefässnerven in den hinteren Rückenmarkswurzeln geeignet ist, eine den Pathologen bekannte Beziehung zwischen gewissen Hyperämien und Entzündungen einerseits, und einer Erkrankung von Intervertebralganglien und hinteren Rückenmarkswurzeln andererseits weniger räthselhaft erscheinen zu lassen, als es bis jetzt der Fall war.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XX. SITZUNG VOM 12. OCTOBER 1876.

Der Präsident begrüsst die Mitglieder der Classe bei ihrem Wiederzusammentritte.

Derselbe gedenkt des schmerzlichen Verlustes, welchen die kaiserliche Akademie durch das am 12. September d. J. erfolgte Ableben ihres Ehrenmitgliedes Herrn Grafen Anton Alexander Auersperg erlitten hat.

Sämmtliche Anwesende drücken ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen aus.

Der Secretär legt Dankschreiben vor von Herrn Prof. Dr. Eduard Linnemann für seine Wahl zum wirklichen Mitgliede und von den Herren Professoren Dr. Ludwig Barth v. Barthenau, Dr. Karl Claus und Dr. Hubert Leitgeb für ihre Wahl zu correspondirenden Mitgliedern im Inlande.

Das k. & k. Reichs-Kriegs-Ministerium (Marine-Section) übermittelt eine vom Commando Sr. Majestät Corvette „Erzherzog Friedrich“ eingelangte Serie von 16 Platten mit photographischen Aufnahmen der Sonnenbilder während des zu Yokohama beobachteten letzten Venus-Durchganges, welche der kaiserl. Akademie zur Verfügung gestellt werden.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übersendet weitere 25 Blätter als Fortsetzung der neuen Special-Karte Österreich-Ungarns 1 : 7500.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett in Graz überschickt eine Abhandlung des Prof. C. Arnstein in Kasan über: „Die Nerven der behaarten Haut“.

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung über: „Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte“.

Herr Prof. Dr. Sigmund Mayer, a. ö. Professor der Physiologie und erster Assistent am physiologischen Institute der

Universität zu Prag übersendet eine Mittheilung: „Über spontane Blutdruckschwankungen“ als fünfte Abhandlung seiner „Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe“.

Herr Prof. Knoll in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Athmung und Blutkreislauf. Erste Mittheilung“.

Der Secretär legt ferner noch folgende eingelangte Abhandlungen vor:

1. „Über die Einwirkung von Benzylidenchlorid auf Zinkstaub“, von den Herren Ed. Lippmann und Jos. Hawliczek in Wien.
2. „Die sogenannte cystöse Degeneration der *Plexus chorioidei* des Grosshirnes“, von Herrn Dr. F. Schnopfhagen in Innsbruck.
3. Bemerkungen zur Coordinatentheorie. I. Über eine gewisse Gruppe geometrischer Determinaten. II. Von den goniometrischen Strahlencoordinaten“, von Herrn Dr. H. Frombeck in Wien.
4. „Über die antiseptischen Wirkungen des Phenols, des Thymols und der Salicylsäure als Präservativ- und Heilmittel der Brutpest der Bienen“, von Herrn Dr. C. O. Cech in Berlin.
5. „Die Anlage der Keimblätter bei den Diplopoden (Chilognathen). Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Myriopoden“, und
6. „Zur Kenntniss des Corpus und Tarsus bei Chamäleon“, diese beiden Abhandlungen von Herrn Anton Stecker in Prag.
7. „Glycerin als Wundmittel“, von Herrn Jakob Nachtmann, Apotheker in Tannwald.
8. Eine in ungarischer Sprache abgefasste Abhandlung von Herrn Joh. Matejecz-Reviczky, Baumzüchter in Revisnye (Ungarn), welche die Unschädlichkeit des Borkenkäfers zum Gegenstande hat.

Herr Prof. Dr. Edmund Reitlinger übersandte am 16. August die dritte Mittheilung über die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Alfred v. Urbanitzky angestellten Untersuchun-

gen: „Über einige merkwürdige Erscheinungen in Geissler'schen Röhren".

Endlich übergibt der Secretär drei eingesendete versiegelte Schreiben zur Wahrung der Priorität, und zwar:

1. von Herrn k. k. Ministerialrath Dr. K. Brunner v. Wattenwyl;
2. von Herrn Prof. Dr. Edm. Reitlinger in Gemeinschaft mit A. v. Urbanitzky, und
3. von Herrn Friedrich Drexler, Techniker in Wien.

Herr Prof. Heschl überreicht eine Abhandlung: „Über die amyloide Entartung der Leber".

Herr Dr. Isidor Hein, k. k. Armenarzt, überreicht eine Abhandlung: „Über das Verhältniss zwischen Tast- und Gehörswahrnehmungen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa: Memorias. Classe de Sciencias mathem., physicas et naturaes. Nova Serie. Tomo V. Parte I. Lisboa 1875; 4°. — Classe de Sciencias moraes, polit. e bellas-lettras. Nova serie. Tomo IV, parte I. Lisboa 1872; 4°. — Journal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Num. IX. Junho de 1870. Lisboa 1870; 8°. Num. X. — Dezembro de 1870, Lisboa 1870, 8°. Num. XI. — Março de 1871; Num. XII. — Dezembro de 1871, Lisboa 1871, 8°. Tomo IV. Julho de 1872—Dezembro de 1873, Lisboa 1873. 8°. *Portugaliae monumenta historica a saeculo octavo post Christum usque ad quintum decimum. Diplomata et Chartae. Vol. I. Fasciculus IV. Legum et consuetudinum. Vol. I. Olisipone 1873.* Corpo Diplomatico Portuguez contendo as actos e relações politicas e diplomaticas de Portugal etc. Tomo I—IV. Lisboa 1862—1870; 4°. Quadro elementar das relações politicas e diplomaticas de Portugal etc. Tomo I—XI, XIV—XVIII. Lisboa 1842—1860; 8°. — Lapa, João Ignacio F.: Technologia rural ou Artes chimicas, agricolas e florestaes. I^a—3ª parte. Lisboa 1868 & 1874. Lisboa; 8°. — Gomes Bernardino Antonio: Elementos de Pharmacologia geral ou Principios geraes de materia medica e de therapeutica

(3. Auflage.) Lisboa, 1873; 8⁰. — Ribeiro José Silvestre: Historia dos Estabelecimentos scientificos litterarios e artisticos de Portugal. Tomo I.—IV. Lisboa 1871—1874; 4⁰. — De Castilho Antonio Feliciano: Theatro de Molière: O Medico a Força, Tartuffo, O Avarento, As Sabichonas, O Misanthropo. Lisboa 1869—1872. 1874; 8⁰. — De Castilho Alexandre Magno: Études historico-géographiques. II[de] Études sur les Colonnes ou monuments commémoratifs de découvertes portugaises en Afrique. Lisbonne 1870; 4⁰. — Da Costa Alvarenga Pedro Francisco Dr.: Précis de Thermométrie clinique générale. Lisbonne 1871; 4⁰. — De Pina Vidal Adriano Augusto: Tratado elementar do Optica. Lisboa, 1874; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische, zu Agram: Rad. Knjiga XXXII. U Zagrebu, 1876; 8⁰.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Abhandlungen aus dem Jahre 1875. Berlin, 1876; 4⁰.

American Chemist. Vol. VI, Nr. 12. Vol. VII, Nr. 1. New-York, 1876; 4⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 21—27. Wien, 1876; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2096—2104 (Bd. 88; 8—16.) Kiel, 1876; 4⁰.

Central-Observatorium, Physikalisches, zu St. Petersburg: Annalen. Jahrgang 1874. St. Petersburg, 1876; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nr. 2—12. Paris, 1876; 4⁰.

Gesellschaft, Senckenbergische naturforschende: Bericht. 1874—1875. Frankfurt a. M., 1876; 4⁰. — Abhandlungen. X. Bd. 1. & 2. Heft mit 26 Tafeln. Frankfurt a. M., 1876; 4⁰.

— der Wissenschaften, königl. sächsische zu Leipzig: Berichte der mathematisch-physischen Classe 1873: Heft 3—7; 1874: Heft 1—5; 1875: Heft 1. Leipzig 1874 & 1875; 8⁰. — Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. X. Bd. Nr. 7—9. Leipzig 1874; 4⁰. XI. Bd. Nr. 1—7. Leipzig 1874 & 1875; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 29—39. Wien, 1876; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1876; 4°.

Institut, k. k. Militär-geographisches: Specialkarte der österr. ungar. Monarchie im Masse von 1: 75000. 26 Blätter. Folio.

Kiel, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875: Bd. 22. Kiel, 1876; 4°.

Landbote, Der steirische: 9. Jahrgang, Nr. 15—20. Graz, 1876; 4°.

Luvini Jean: Le Diéthéroscope. Torino, 1876; 8°.

Nature. Vol. XIV. Nr. 351—354; Nr. 356—360. London, 1876; 4°.

Orsoni, Francesco: Ricerche elettro-dinamiche sulle Rotazioni paleogeniche etc. Noto, 1876; 4°.

Programme der Gymnasien, Real- und Gewerbeschulen zu Agram, Bistritz, Brixen, Brünn, Eger, Grosswardein, Ungar. Hradisch, Krumau, Böhm. Leipa, Leoben, Leutschau, Marburg, Metten, Roveredo, Schässburg, Saaz, Theresianum, Schottengymnasium — Trento, Wr. Akadem. Gymnasium, Wr. Neustadt, Hermannstadt. 1876; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. VIe Année, 2e Série, Nr. 4—13. Paris, 1876; 8°.

Ross, A. M. Dr.: „Catalogue to illustrate the Animal resources of the dominion of Canada“. Toronto; 8°.

Trafford, F. W. C.: „Amphiorama ou la Vue du monde“. Lausanne, 1875; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1876; 4°.

Zürich: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1875/6. Zürich 1875/6; 8° & 4°.

Über das Verhältniss zwischen Tast- und Gehörswahrnehmungen.

Von Dr. **Isidor Hein,**
k. k. Armenarzt.

In Folgendem werden einige Beobachtungen veröffentlicht, welche in der Absicht angestellt wurden, das Verhalten gewisser Tastwahrnehmungen zu gewissen Schallerscheinungen zu prüfen und Kenntniss über die Qualität der dabei in Frage kommenden Tastempfindung zu erhalten.

Führt man mit dem Finger gegen die Oberfläche eines festen Körpers einen kurzen Stoss aus und ruft hiedurch einen Schall hervor, so gelangt zugleich durch den anschlagenden Finger eine Tastempfindung zum Bewusstsein. Dieselbe ist verschieden nach der Beschaffenheit des gestossenen Körpers und diese Verschiedenheit kann durch Vergleichung von Tasteindrücken, welche zwei Körper von verschiedener Dichtigkeit, aber gleicher Configuration und Grösse, wenn sie in gleicher Weise unterstützt und von demselben Medium umgeben sind, verursachen, leicht konstatirt werden. Es ist hiebei vorzuziehen, die zu vergleichenden Körper mit demselben Finger nach einander zu prüfen, als mit verschiedenen Fingern zu gleicher Zeit. Es gilt hier, wie von den Tastempfindungen im Allgemeinen, dass unmittelbar aufeinanderfolgende Eindrücke besser mit einander verglichen werden können, als gleichzeitige.

Schwieriger ist es, unter Berücksichtigung ihrer Qualität die besagte Tastempfindung, deren graduelle Verschiedenheiten man durch Vergleichen unterscheiden kann, mit einem passenden Ausdrucke zu kennzeichnen, weil die Terminologie für Tastwahrnehmungen eine ungenügende ist. Beim Betasten eines Objektes entsteht sogleich die Vorstellung eines äusseren Gegenstandes und seiner Eigenschaften, welche dem Tastenden als unmittelbarer Sinneseindruck erscheint. Da zudem solche durch vorausgegangene Erfahrung erworbene Vorstellungen nicht durch den

Tastsinn allein, sondern unter Beihilfe des Gesichtssinnes gewonnen wurden, so entsprechen auch die Bezeichnungen derselben in der Regel nicht einfachen subjectiven Tastwahrnehmungen.

Versucht man die subjective Empfindung, die beim Anklopfen an einen Körper entsteht, zu schildern, so muss hervorgehoben werden, dass nicht bloss der Widerstand des Körpers, sondern auch eine Erschütterung desselben sich zu erkennen gibt. Der Eindruck, den diese Erschütterung macht, differirt, da es ist, als ob ein Körper leichter erschüttert werden und die ihm mitgetheilte Bewegung rascher fortpflanzen könnte, als der andere. Hat man z. B. mehrere Platten, welche in Hinsicht des Stoffes oder der Dimensionen von einander abweichen, so kann man auf Grundlage des eben beschriebenen Tastgefühles diese Körper durch Vergleichung je zweier derselben in eine Reihe bringen, deren Endglieder durch Übergangsstufen verbunden sind.

Beachtet man bei diesen Untersuchungen neben den tactilen auch die acustischen Erscheinungen, so ergibt sich, dass jeder Modifikation des Tasteindruckes beim Anklopfen an einen Körper auch eine Veränderung des Schalles entspricht. Das analoge Verhalten beiderlei subjektiver Wahrnehmungen geht aus Versuchen, bei denen der Gesichtssinn eine Kontrole ausüben kann, unzweifelhaft hervor.

Es ist nicht nothwendig, all die zahlreichen Beobachtungen, die in dieser Richtung angestellt wurden, mitzutheilen; es genügt einige instruktive Beispiele, welche als Belege für die vorausgeschickten und noch folgenden Behauptungen dienen können, anzuführen.

Nimmt man ein leeres Glasgefäss und stösst gegen den Boden desselben mit dem Finger oder klopft auf ein Fingerglied der anderen Hand, welches man über die Oeffnung des Gefässes hält, so wird die Luftsäule innerhalb des Glases zum Klingen gebracht. Man vernimmt denselben Klang, wenn man die Mündung des Gefässes dem äusseren Gehörgange ganz nahe bringt und die die freie Luft erfüllenden Geräusche tonerregende Impulse abgeben. Klopft man gegen die Seitenwand, so erhält man den der Glaswandung angehörigen Klang, neben welchem, wenn man gleichzeitig an der Gefässmündung horcht, der Ton der

umschlossenen Luft gehört werden kann. Giesst man in das Gefäss eine Flüssigkeit. so nimmt der Klang der Glaswand an Tiefe, der Ton des begrenzten Luftraumes an Höhe zu.

Hat man das Gefäss mit Wasser halb angefüllt und bewegt eine Fingerspitze unter fortgesetztem Klopfen gegen die äussere Fläche des Glases vom oberen Rande des Gefässes langsam und allmälig herab, so tritt eine Schallabänderung ein, sobald der Finger das Niveau des Wassers erreicht hat. Es erscheint der Klang nunmehr schwächer, kürzer und höher. Man bemerkt bei einiger Aufmerksamkeit, dass diese Abänderung des Klanges davon abhängt, dass ein beim Anklopfen an die obere Hälfte des Gefässes den Ton der Glaswand begleitender tieferer Schall beim Anschlagen an die untere Hälfte nur äusserst schwach wahrnehmbar ist. Wiederholt man den Versuch und bewegt neuerdings den klopfenden Finger längs der Glaswand herab. beachtet aber hiebei die Tastempfindung, so zeigt sich eine Änderung derselben genau an der Stelle, an welcher die Schallveränderung zu Stande kommt. Es ist, als wenn die untere Hälfte des Glases minder schwingungsfähig wäre, als die obere. Man kann die Tastempfindung von dem Gehörseindrucke sogleich isoliren, wenn man sich die äusseren Gehörgänge verstopft. Klopft man so leise, dass kein Schall mehr zu vernehmen ist, so ist noch durch den Tastsinn die obere Grenze des Wasserstandes im Gefässe auf das genaueste zu bestimmen.

Lässt man sich bei geschlossenen Augen ein zum Theile mit Wasser gefülltes Glas reichen, sucht bei ganz schwachem Anschlage durch das Tastgefühl die Grenze zwischen Wasser und Luft im Gefässe auf und rückt von der Stelle der Glaswand, wo man die Grenze gefunden zu haben glaubt, die Fingerspitze nicht früher weg, bis die geöffneten Augen die Kontrole verrichtet haben, so wird man, besonders nach mehreren Versuchen dieser Art, von dem weitgehenden Unterscheidungsvermögen des Tastsinnes überzeugt sein.

Klopft man auf eine elfenbeinerne Platte (Plessimeter), welche man an verschiedene Stellen der Körperhöhlenwände eines Menschen anlegt, so erhält man die Verschiedenheiten des Percussionsschalles. Vergleicht man hiebei die verschiedenen Schallarten mit den correspondirenden Tastempfindungen, so

findet man, dass eine percutirte Stelle, welche einen dumpferen Schall gibt, weniger schwingbar zu sein scheint, als eine andere, deren Percussion einen helleren Schall erzeugt. Nimmt man statt des gewöhnlichen Plessimeters eine sehr schmale Scheibe (lineare Percussion), bestimmt an der Brustwand die Grenzen zwischen zwei derselben anliegenden Organen z. B. der lufthältigen rechten Lunge und der Leber, durch Unterscheidung des hellen und dumpfen Percussionsschalles möglichst genau und versucht hierauf bei leisem Anschlage mittelst Tastsinnes allein dieselbe Grenzbestimmung vorzunehmen, so gewinnt man die Erfahrung, dass dies mit derselben Verlässlichkeit gelingt, wie mit Hilfe des Schalles.

Ist jedoch der Percussionsschall klangartig (tympanitisch), wie über dem Unterleibe bei gewissen Spannungsgraden der Bauchdecken und Darmwände, so entspricht eine Differenz in der Höhe des Klanges an verschiedenen Stellen nicht mehr einer bestimmten Veränderung der Tastempfindung. Ebenso bleibt sich der Tasteindruck in jedem Falle gleich, wenn man an die Oeffnung verschieden grosser Hohlräume ein Plessimeter bringt und darauf klopft, obgleich hiedurch verschieden hohe Klänge erweckt werden.

Aus der Vergleichung der acustischen und tactilen Wahrnehmungen während des Percutirens geht hervor, dass es abgesehen von den Klängen der Lufträume, den Schallvarietäten parallel ebenso zahlreiche Varietäten der Tastempfindung gibt. Doch entstehen letztere schon bei dem schwächsten Anstosse, während das Gehörorgan erst bei einem Stosse von bestimmter Stärke in Erregung versetzt wird.

Die Fähigkeit des Tastsinnes, die besprochenen Unterscheidungen zu machen, ist nicht bloss individuell; denn es ist seit langer Zeit bekannt und wird allgemein gelehrt, dass bei der Percussion mit den Schallerscheinungen Tastempfindungen sich verknüpfen. Während viele Forscher mit der Aufstellung dieses allgemein gehaltenen Satzes sich begnügten und es vernachlässigten, in das Studium der Einzelheiten einzugehen, haben andere nach dem Vorgange Piorry's den Tasteindruck während des Percutirens nicht unbeachtet gelassen. Bekanntlich widmet auch Škoda in seiner Abhandlung über Perkussion und

Auskultation dem „beim Perkutiren fühlbaren Widerstande“ eine zusammenhängende Besprechung.

Vor allem ist nun zu untersuchen, ob es sich bei den Tasteindrücken, die durchs Anklopfen an feste Körper entstehen und neben den Schallphänomenen einhergehen, bloss um eine quantitativ verschiedene Druckempfindung handelt, wie man gegenwärtig anzunehmen pflegt. Man stellt sich dabei vor, dass durch den Widerstand, den der äussere Körper der Bewegung des klopfenden Fingers entgegensetzt, auf die Tastfläche des letzteren ein Druck ausgeübt wird, dessen Grösse durch den Tastsinn zur Wahrnehmung kommt. Da durch eine Änderung in der Dichtigkeit des äusseren Körpers sowol die Druckempfindung als auch der Schall beeinflusst wird, so wäre wol auch bei dieser Anschauung der Zusammenhang zwischen beiderlei Sinneswahrnehmungen begreiflich.

Die bemerkenswerthe Thatsache jedoch, dass ein und derselbe Körper unter sonst ungeänderten Bedingungen eine verschiedene Tastempfindung hervorbringt, je nachdem er in einem bloss von Luft erfüllten Raume oder in der Nähe eines Mediums, welches dichter als die Luft ist, gestossen wird, leitet zu einer wesentlich anderen Vorstellung hin.

Über das Verhalten des Schalles fester Körper in der Nähe von reflektirenden Oberflächen hat Dr. S. Stern in dem Aufsatze „Über die Resonanz der Luft im freien Raume“ (Im LXI. Bande d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. II. Abth. März-Heft. Jahrg. 1870) Mittheilung gemacht. Dass Analoges auch von der Tastempfindung gilt, darüber erhält man durch die folgenden Versuche Aufschluss.

Nimmt man ein Plessimeter von 4 Cm. Durchmesser, nähert es allmälig einer Tischplatte und beobachtet dabei den durch Anklopfen erzeugten Schall, so erscheint dieser bei einer etwa 6—7 Cm. betragenden Entfernung des Plessimeters von der reflektirenden Oberfläche am tiefsten, während er mit der Abnahme dieser Distanz stetig schwächer, kürzer und höher wird. Mit der Zunahme dieser Distanz wird der Schall etwas höher, um wieder ein wenig tiefer zu werden, wenn die Entfernung des Plessimeters vom Tische beiläufig doppelt so gross ist, als 6—7 Cm. Man kann bei diesem Versuche nicht verkennen, dass auch

die den Schall begleitende Tastempfindung bei Annäherung des Plessimeters an die reflektirende Fläche sich auffällig verändert. Es verbindet sich mit dem Wechsel des subjektiven Tasteindruckes unwillkührlich die Vorstellung einer Veränderung in der Schwingungsweise des Körpers. Schliesst man bei dieser Untersuchung die Gehörswahrnehmungen durch Schwäche des Anschlagens aus und misst den Abstand des Plessimeters von der Tischplatte, wenn dasselbe am schwingbarsten erscheint, so findet man, dass er, wie früher, 6—7 Cm. beträgt. Bei allmäliger Verringerung dieses Abstandes nimmt successive die Schwingbarkeit des Plessimeters ab.

Wie eine reflektirende Wand übt auch die Mündung eines lufthältigen Hohlraumes eine Rückwirkung aus, indem die Schwingbarkeit eines Plessimeters abnimmt, wenn es aus einer Entfernung von ungefähr 6 Cm. jener Mündung näher gebracht wird.

Lässt man ein Stück dünner Pappe in der Ebene der Tischplatte über den Tischrand hervorragen und percutirt bei gleichbleibender Entfernung von dieser Ebene nach einander dem Pappendeckel und der Holzplatte gegenüber, so erscheint der Schall im letzten Falle ein wenig schwächer, kürzer und höher, als im ersten Falle, in welchem die stattfindende Reflexion offenbar eine unvollständigere ist. Dass auch die Tastempfindung in beiden Fällen eine Verschiedenheit aufweist, kann man durch Vergleichung beiderlei Tasteindrücke, wenn man sie mehrmals unmittelbar nach einander hervorruft, konstatiren.

Es hängt demnach Schall und Tasteindruck, die ein percutirter Körper in der Nähe einer reflektirenden Wand erregt, auch von der Beschaffenheit der letzteren ab.

Die äussere Fläche des menschlichen Thorax, dem von innen theils lufthältige, theils fleischige Eingeweide anliegen, kann als eine reflektirende Wand, deren Abschnitte verschieden beschaffen sind, angesehen werden. Hieraus erklärt sich die höchst beachtenswerthe Thatsache, dass man durch Percussion noch ganz genau die Grenze zwischen einem luftleeren und lufthältigen Organe auffinden kann, wenn man das Plessimeter, statt an die Brustwand anzulegen, einige Centimeter von derselben entfernt hält und parallel zu derselben hin und herführt. Gegenüber dem Abschnitte, hinter welchem luftleeres Parenchym sich

befindet, erscheint der Schall schwächer, kürzer und höher, als gegenüber den Partien des Brustkorbes, welche lufthältiges Lungengewebe bedecken. Auch in diesem Falle ändert sich die Tastempfindung jedesmal mit dem Schalle.

Die Beobachtung, dass ein und derselbe Körper in der Nähe einer reflektirenden Oberfläche die Tastnerven in anderer Weise afficirt, als in grösserer Entfernung von derselben, lässt sich auf keinen anderen Grund beziehen, als dass der subjektiven Empfindung von dem Erschüttertwerden eines percutirten Körpers objektiv Schwingungen der materiellen Theilchen desselben entsprechen und dass die Verschiedenheiten des Schwingungsmodus, die abzuschätzen der Tastsinn die Fähigkeit besitzt, nicht bloss von den allgemeinen Eigenschaften der Körper abhängen, sondern auch durch reflektirte Bewegungen beeinflusst werden.

Der Tastsinn ist demnach fähig, die Schwingungen, in welche feste Körper durchs Anklopfen versetzt werden, direkt wahrzunehmen.

Mit Rücksicht auf die erkannten Beziehungen zwischen Schall und Tastempfindung beim Percutiren eines Körpers ist die weitere Annahme gerechtfertigt, dass es sich um Schwingungen handelt, die unmittelbar eine Gehörsempfindung nicht veranlassen können, sondern erst bei grösserer Schwingungsexcursion, also bei einem Stosse von bestimmter Intensität, sekundär jene Wellensysteme im schwingenden Körper und in seiner Umgebung erzeugen, die, weil sie das Ohr specifisch zu erregen geeignet sind, die eigentlichen Schallschwingungen ausmachen. Bei der hypothetischen Voraussetzung, dass die den Tasteindruck vermittelnden Schwingungen das Gehörorgan nicht direct afficiren, sondern erst die Schallbewegungen hervorrufen, erklärt sich am leichtesten einerseits der vorhandene Zusammenhang zwischen Tast- und Gehörsempfindung, weil beide von der Beschaffenheit derselben zugleich tastbaren und schallerregend wirkenden Vibrationen abhängen, andererseits die geringere Empfindlichkeit des Gehörsinnes gegenüber dem Tastsinne, die bei den angegebenen Beobachtungen gefunden wurde und die allerdings nur eine uneigentliche ist, insofern die Schärfe zweier

Sinne nicht verglichen werden kann, wenn beiderlei Wahrnehmungen nicht der gleiche mechanische Vorgang zu Grunde liegt.

Es ergeben sich aus der Zusammenfassung des bereits Vorgebrachten folgende Sätze:

1. Neben dem Schalle, der durch Anschlagen des Fingers an feste Körper gebildet wird, ist eine Tastempfindung wahrnehmbar, die, sowie der Schall, nach der Beschaffenheit des Körpers differirt. Ist der Schall an verschiedenen Stellen eines festen Körpers verschieden, so geht neben der Schallveränderung ein Wechsel in der Tastempfindung einher. Kann man die Oberfläche eines solchen Körpers unter Berücksichtigung von Schallverschiedenheiten in mehrere Abschnitte theilen, so ist dies auch auf Grundlage der Tasteindrücke möglich. Beiderlei Abschnitte sind dann congruent.

2. Bei Annäherung eines percutirten Körpers an eine reflektirende Wand zeigen Schall und Tastwahrnehmung hinsichtlich der eintretenden Veränderungen ein analoges Verhalten.

3. Der hiebei in Frage kommenden Tastempfindung entsprechen Schwingungsbewegungen des äusseren Körpers, die schon bei dem schwächsten Anschlage entstehen, während der Schall erst bei einem Stosse von bestimmter Intensität erscheint.

4. Der Tastsinn ist fähig, Schwingungen wahrzunehmen und Verschiedenheiten derselben zu vergleichen. Er bringt hiedurch eine besondere Qualität von Tastempfindung zum Bewusstsein, die von der Druckempfindung zu unterscheiden ist. Diese besondere Art von Empfindung dürfte auch beim einfachen Betasten, das ja dem Wesen nach in der Mittheilung von sehr kleinen Stössen an ein Objekt besteht, eine Rolle spielen.

Sucht man nach Organen in der Haut, welche die betreffenden Bewegungen mit allen ihren Eigenthümlichkeiten aufzunehmen im Stande sind, so sind die Wagner-Meissner'schen Tastkörperchen, welche vermöge ihres Baues als zur Übertragung von Bewegungen an die Nervenenden geeignet gehalten werden können, in Betracht zu ziehen.

Es ist ganz selbstverständlich, dass dieses bisher nicht genug gewürdigte Unterscheidungsvermögen des Tastsinnes bei seiner hochgradigen Empfindlichkeit in der Praxis eine ausgiebige Verwerthung zu finden und für die praktische Medicin die Grund-

lage einer eigenen Untersuchungsweise abzugeben vermag. In welchem Verhältnisse diese Untersuchungsmethode, welche mit dem Namen „Erschütterungspalpation“ passend belegt werden kann, zur Percussion steht, wurde schon oben in Kürze angedeutet. Dass aber die Anwendung dieser Methode in der That die Lehre von den physikalischen Merkmalen des menschlichen Organismus wesentlich bereichert, wird in einem medicinischen Fachblatte umständlich auseinandergesetzt werden.

Die Nerven der behaarten Haut.

Von Prof. **C. Arnstein** in Kasan.

(Mit 3 Tafeln.)

Die Lehre von den Nervenendigungen in der behaarten Haut ist in den letzten Jahren durch eine Reihe von Untersuchungen wesentlich gefördert worden, ohne dass jedoch ein Abschluss oder auch nur eine Bestätigung der vielfachen neuen Thatsachen erfolgt wäre. Abgeschlossen ist die Angelegenheit schon desswegen nicht, weil es keinem einzigen der Beobachter gelungen ist, die in Frage stehenden Nerven bis an ihre Endigungen zu verfolgen; es existiren sogar noch Controversen und Lücken in Bezug auf die gröberen topographischen Verhältnisse. Unser Gebiet wurde stückweise abgesucht, es fehlt uns daher nicht nur das nöthige vergleichend-anatomische Material, sondern auch eine Übersicht der Nervenvertheilung an den verschiedenen Abschnitten der Haut eines und desselben Thieres. Ich habe mir daher die Aufgabe gestellt, vorerst die Vertheilung der Nerven an den verschiedenen Hautstellen bei einem und demselben Thiere vergleichend zu untersuchen, den relativen Nervenreichthum an den verschiedenen Hautpartien festzustellen und wo möglich die Nervenendigungen aufzudecken. Ich wählte zu diesem Behufe die Maus, weil die dünne Maushaut den Vortheil bietet, dass sie in ihrer ganzen Dicke ohne in Schnitte zerlegt zu werden mit dem Microscop durchforscht werden kann. — Nur unter dieser Bedingung lassen sich vollständige Übersichtspräparate gewinnen, während Verticalschnitte in dieser Hinsicht nichts leisten; aber auch an Horizontalschnitten bekommt man nur Bruchstücke der Netzbildungen zu Gesicht, aus denen man durch Combination nur eine unvollständige Vorstellung des factischen Sachverhaltes gewinnt. Ausser der Maus habe ich das Kaninchen, die Fleder-

maus und ein Paar Vögel, namentlich den Sperling in das Bereich meiner Untersuchungen gezogen und werde darüber im Anhange berichten.

Die Hautnerven der Maus.

a) Die Nerven der Rückenhaut.

Zum Studium der einschlägigen Verhältnisse benutzte ich fast ausschliesslich weisse Mäuse, die mir Prof. Rollett aus dem Vorrath seines Laboratoriums bereitwilligst zur Verfügung stellte. Dieses sonst so schwierig zu beschaffende Material gestattete mir über einige Punkte ins Reine zu kommen, die in der pigmenthaltigen Haut der grauen Hausmäuse sich viel schwieriger zur Anschauung bringen lassen. Um Übersichtsbilder der Hautnerven zu erhalten, verfuhr ich folgendermassen: Ich enthäutete das eben getödtete Thier und legte die Haut auf 24 Stunden in eine $^1/_3$% Essigsäurelösung; die Hornschicht der Epidermis lässt sich dann mittelst Pincette oder Pinsel leicht abstreifen, will man auch die tieferen Epithellagen entfernen, so genügt ein vorsichtiges Abschaben mit einem Staarmesser oder Scalpell. Darauf wird die Haut mit Nadeln ausgespannt und das gequollene subcutane Bindegewebe mittelst flacher Scheerenschnitte abgetragen. Lässt man nun auf die so präparirte Cutis Osmiumsäuredämpfe durch einige Stunden einwirken und schliesst sie dann in eine kaltgesättigte Lösung von Kali aceticum ein, so erhält man Präparate, die glasig durchscheinend sind, während die myelinhaltigen Nerven und die Talgdrüsen der Haare tintenschwarz erscheinen. Die Kerne und die protoplasmatischen Gebilde erscheinen strohgelb, das gequollene Bindegewebe bleibt farblos und durchscheinend. Sorgt man dafür, dass ein Theil des subcutanen Bindegewebes in Verbindung mit der Cutis bleibt, indem man nur die tiefer gelegene fetthaltige Schicht entfernt, so kann man die gröberen Nervenstämmchen und die Plexusbildungen in Zusammenhang studiren und ihre Beziehungen zu den Haaren aufdecken. Bei stärkerer Vergrösserung kann man auch die nackten Axencylinder verfolgen, indem man die myelinhaltigen Nerven als Ausgangspunkte nimmt.

Legt man ein Stück der so präparirten Rückenhaut mit der Epithelfläche nach unten, so sieht man die gröberen Nerven-

stämmchen im subcutanen Bindegewebe einen weitmaschigen Plexus bilden. Aus diesem Plexus treten Zweige ab, die aus 3—4 myelinhaltigen Nervenfasern bestehen. Diese Fasern treten zu einem zweiten Plexus zusammen, der fast unmittelbar unter der Cutis liegt. Seine Maschen bilden Fünf- und Sechsecke mit zum Theil abgerundeten Winkeln. An den Kreuzungspunkten findet nicht nur ein Austausch von Fasern statt, sondern letztere theilen sich auch sehr häufig. Von den Maschen des secundären Plexus zweigen sich myelinhaltige Nervenfasern ab, die sich direct zu den nächstgelegenen Haaren begeben; auf diesem Wege theilen sie sich, anastomosiren zum Theil unter einander und verlieren in der nächsten Nähe des Haarbalgs ihre Myelinscheide. Die Haare werden somit von Nervenfasern versorgt, die sich von dem secundären Plexus abzweigen, um nach kurzem Verlauf in dem Raume zwischen Haarbalg und Talgdrüsen zu verschwinden. Abgesehen von diesen für die Haare bestimmten Nervenfasern lösen sich von den Stämmchen zweiter Ordnung Fasern ab, die nicht zu den Haaren gehen, sondern nach kürzerem oder längerem Verlauf ihre Myelinscheide verlieren und in der Cutis das von Kölliker[1] beschriebene Netz blasser Fasern bilden. Bis ins Epithel kann man mit dieser Methode die Nervenfasern natürlich nicht verfolgen. Ich verweise auf Figur 1, welche die Form und Grösse der Maschen des secundären Plexus, sowie die Beziehungen der Nerven zu den Haaren möglichst getreu widergibt.

Diese Präparate können mittelst der Chlorgoldmethode controlirt werden, das Epithel muss jedoch vor dem entfernt werden. Ich versuchte daher das von Rollett zur Maceration der Epithelien empfohlene Kalkwasser mit der Chlorgoldbehandlung zu combiniren, was auch vollkommen gelang. Die Haut wird auf 24 Stunden in Kalkwasser gelegt, die Hornschicht löst sich dann leicht ab und auch die tieferen Schichten können mit dem Scalpell leicht abgeschabt werden; letzteres ist jedoch nicht absolut nothwendig. Nachdem die Haut im Wasser abgespült ist, wird sie in Stücke geschnitten, die höchstens 1 Centim. in Quadrat messen und auf 5 Minuten in eine $^1/_4$% Chlorgoldlösung gelegt.

[1] Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. VIII.

Die Reduction tritt unter solchen Bedingungen viel rascher und vollständiger ein, als bei den sonst üblichen Methoden der Vergoldung. Die grossen Stämmchen färben sich nach 2—3 Minuten und zwar werden sie nicht violett, sondern braun und das ganze Hautstück bekommt einen Stich ins Bräunliche. Diese Nuance ist ein sicheres Zeichen, dass die Durchtränkung eine vollständige ist; das Präparat wird in destillirtem Wasser der weiteren Reduction überlassen. Nach 24 Stunden ist letztere vollendet, das Hautstück ist intensiv violett und erscheint unter dem Microscop durchsetzt von einem körnigen Niederschlag, der in einer $^1/_4\%_0$ Cyankalilösung schwindet, wenn man mit dem Pinsel das Präparat etwas energisch bearbeitet. Nun wird letzteres auf 24 Stunden in absoluten Alkohol gelegt, darauf in Nelkenöl aufgehellt und in Damarlak eingeschlossen. Die Reduction ist immer eine vollständige, häufig tritt Überfärbung ein, die man jedoch leicht vermeiden kann, wenn man schwächere Lösungen benützt, oder die $^1/_4\%_0$ Lösung kürzere Zeit einwirken lässt. In gelungenen Fällen (weitaus die grössere Zahl) erscheint das Bindegewebe vollkommen farblos, dagegen werden alle Kerngebilde schön purpurroth, so dass das Präparat bei geringer Vergrösserung wie gesprenkelt aussieht; das Zellprotoplasma ist farblos, oder hat einen Stich ins Rosenrothe. Die Nerven erscheinen dunkel braunroth, die Myelinscheide ist körnig; die Körnchen können durch intensivere Behandlung mit Cyankali zum Verschwinden gebracht werden, so dass die purpurrothen Axencylinder mit der Schwann'schen Scheide, deren Kerne auch gefärbt sind, übrig bleiben. Sieht man von den gefärbten Nerven ab, so glaubt man ein carminisirtes Präparat vor sich zu haben. Es ist somit klar, dass durch die vorhergehende Kalkwasserbehandlung die Wirkung des Chlorgolds auf das Gewebe bedeutend modificirt wird; unvollständige Reduction oder diffuse Färbungen kommen nie vor.

An den Chlorgoldpräparaten treten die anastomosirenden Nervenbündel als schwarzbraune oder dunkelrothbraune, körnige Stränge in dem ungefärbten Bindegewebe sehr scharf hervor. Man sieht aber an diesen Präparaten nicht viel mehr, als an den Osmiumpräparaten, und ich müsste mich wiederholen, wollte ich eine genaue Beschreibung des Nervenverlaufs, wie er sich an den Chlorgoldpräparaten darstellt, liefern. Nur in Bezug auf

zwei Puncte kommt man an der Rückenhaut mit dieser Methode weiter. Während man an den Osmiumpräparaten die Nerven der Haare in den meisten Fällen nur bis an den Haarbalg oder bis an die Talgdrüsen verfolgen kann, sieht man an Chlorgoldpräparaten sehr deutlich wie die Nerven an dem Haarbalge und den Talgdrüsen vorbeistreichen, um in dem Zwischenraume zwischen Haarbalg und Talgdrüsen an dem Halse der Haartasche zu verschwinden. (Figur 3). Das wiederholt sich sehr regelmässig an jedem Haare, mögen nun die Nerven von der Seite zunächst an die Talgdrüsen herantreten, oder von unten an den Haarbalg. — Ihr Zielpunkt ist immer der Hals der Haartasche.

Der zweite Punkt betrifft das Netz blasser Nervenfasern in der Cutis, das man vollständiger zu Gesicht bekommt, als in der durch Essigsäure gequollenen Cutis. — Trotzdem konnte ich auch mit dieser Methode keine engmaschigen Netze darstellen, wie wir sie in der Haut des Mauseohrs kennen lernen werden. Den intraepithelialen Verlauf der Nerven bekam ich nicht zu Gesicht, weil die Epidermis fast vollständig entfernt werden musste, um das Präparat genügend durchscheinend zu machen. Auf die intraepithelialen Nerven kommen wir noch zurück.

Nachdem wir uns überzeugt haben, dass alle Haare der Haut, selbst an den Stellen, die für das Tasten nicht speciell eingerichtet sind, mit Nerven versehen sind, können wir uns zur Betrachtung derjenigen Hautpartien wenden, die als Träger specifischer Tastorgane angesprochen werden. Hierbei kommen vornehmlich drei Localitäten in Betracht. Die Schnauze (Eimer),[1] das äussere Ohr (Schöbl),[2] und der Schwanz (Jobert).[3]

Was die Schnauze anlangt, so gehört sie nur zum Theil in das Bereich einer Untersuchung über die behaarte Haut, und gedenke ich auf dieses Thema in einer speciellen Arbeit, die sich auf die Bisamratte (Myogale moschata) bezieht, zurückzukommen.

---

[1] Die Schnauze des Maulwurfs als Tastwerkzeug. Arch. f. micr. Anat. VII. p. 181.

[2] Das äussere Ohr der Mäuse, als Tastorgan. ibid. p. 260.

[3] Recherches sur les organes tactiles etc. Comptes rendus. Avril. 1874. Nr. 15.

b) Die Nerven des Mäuseschwanzes.

Der **Mäuseschwanz** steht in Bezug auf den Nervenreichthum in der Mitte zwischen Rückenhaut und äusserem Ohr. Schon mit blossem Auge sieht man an der Innenfläche der abgezogenen Schwanzhaut mehrere Nervenstämmchen gegen die Schwanzspitze verlaufen. Legt man die Haut in Kalkwasser und behandelt sie nachträglich, wie oben angegeben mit Chlorgold, so überzeugt man sich an Flächenpräparaten, deren Epithelfläche nach unten sieht, dass die gegen die Schwanzspitze verlaufenden Nervenstämme sich unter spitzen Winkeln theilen und anastomosiren. Die Anastomosen verlaufen gewöhnlich schräg, so dass ihre Ansatzpuncte nicht in einer Höhle liegen. Dadurch entsteht im subcutanen Bindegewebe ein Plexus, dessen Maschen die Form von langgezogenen Dreiecken oder verschobenen Vierecken besitzen. Von den Strängen dieses Plexus zweigen sich kurze myelinhaltige Nervenstämmchen ab, die direct zu den Haaren sich begeben. Um den Verlauf der für die Haare bestimmten Stämmchen genauer zu verfolgen, muss der grobe im Unterhautzellgewebe gelegene Plexus zum Theil entfernt werden; das geschieht sehr leicht mit der Pincette, das Präparat wird an diesen Stellen so durchsichtig, dass es in allen Tiefen mit Syst. 8 Hartn. durchforscht werden kann. Man bekommt nun ein ganz typisches Bild zu Gesicht. Die Haarbälge mit den paarigen Talgdrüsen sind in Reihen angeordnet, die in der nicht aufgeschnittenen Schwanzhaut Kreise bilden und zwar so, dass zwischen je 3 Haaren ein Zwischenraum übrig bleibt, während die zu einer Gruppe gehörigen Haarbälge so nahe an einander gerückt sind, dass ihre Talgdrüsen sich berühren. Die Reihen der Haare sind also discontinuirlich und parallel zu einander, sie werden von den grossen gegen die Schwanzspitze verlaufenden Nervenstämmen unter geradem Winkel geschnitten. **Die Haare werden immer von den zunächst gelegenen Strängen** mit Nerven versorgt, so dass die für die Haare bestimmten Zweige schon nach kurzem Verlauf an ihren Bestimmungsort, d. h. an den Hals der Haartasche gelangen. Diese kurzen Stämmchen bestehen aus 2—4 myelinhaltigen Nervenfasern. **An jedes Haar treten 2 Stämmchen**, sie entspringen entweder gesondert aus den nächsten Strängen oder gemeinschaftlich aus einem

Strange, in letzterem Falle theilt sich das gemeinsame Stämmchen in 2 Zweige, die gesondert von verschiedenen Seiten an den Haarbalg treten und an ihm entlang verlaufen. In der Höhe der Einmündung der Talgdrüsen sieht man die Nerven halbe Cirkeltouren beschreiben, gewöhnlich schneiden sie aber an der verengten Partie der Haartasche scharf ab, sie verlieren hier ihre Myelinscheide und sind nicht weiter zu verfolgen. In Folge der regelmässigen Anordnung der Haare und der grossen Nervenstämme entsteht ein Bild, das für die Haut des Mauseschwanzes vollkommen charakteristisch ist. Ich verweise auf Fig. 2. Ein Theil der grossen Stämme ist entfernt, nur bei *a* sieht man dickere Stämmchen, die perpendiculär zu den Haarreihen verlaufen, und bei *b* sieht man dreieckige Maschen, die durch Theilung der grossen Stämme und Plexusbildung entstanden sind.

Abgesehen von den Haarnerven sieht man an Flächenpräparaten noch ein rosenrothes Netz blasser Nervenfasern, das in der Cutis liegt, von denselben Stämmchen, wie die Haarnerven seinen Ursprung nimmt und in den Interstitien zwischen den Haaren ausgespannt ist. Dieses Netz (Fig. 2 *c*) tritt erst scharf hervor, wenn man den Tubus des Microscops senkt, wobei die gröberen myelinhaltigen Stämmchen aus dem Gesichtsfeld verschwinden. An den Knotenpunkten des Netzes erscheinen die feinen Fasern verbreitert in Form von dreieckigen Anschwellungen. Obgleich das Rete Malpighii an dem grössten Theile der Präparate und die Zellen des Rete als bläuliche eckige Felder bei tiefer Einstellung sehr scharf hervortraten, ist es mir doch nie gelungen von dem blassen Netze aus Nervenfasern bis ins Epithel zu verfolgen, das Netz in der Cutis präsentirte sich immer als vollkommen geschlossen.

c) Die Tasthaare des Mauseohrs.

Sowohl die Vertheilung, als die Endigungen der Nerven im Mauseohr lassen sich am besten durch folgende Präparationsmethode sichtbar machen. Das abgetrennte und geschorene Ohr einer eben getödteten Maus wird mittelst gekrümmter Scheere am Rande umschnitten, so dass die beiden Hautblätter nur durch Vermittelung des zwischenliegenden Knorpels, an den sie durch lockeres Bindegewebe geheftet sind, zusammenhängen. Man

fasst nun das Ohr an seiner Basis mit zwei Pincetten und trennt durch sanften Zug die beiden Hautblätter von einander, bieten einzelne Bindegewebszüge stärkeren Widerstand, so trenne man sie mit der Scheere. Der zwischenliegende Knorpel wird von einer der Pincetten mitgefasst, bleibt an der einen der beiden Hautlamellen hängen und wird nachträglich durch dasselbe Verfahren getrennt. Man sorge dafür, dass der ganze Knorpel an der einen Lamelle hängen bleibe, weil sonst die nachträgliche Entfernung der vereinzelten Knorpelinseln Schwierigkeiten macht, namentlich in der Nähe des freien Randes, wo Haut und Knorpel sehr dünn sind. Mit dem Knorpel werden gewöhnlich auch die dünnen und kurzen Muskeln des äusseren Ohres entfernt. Will man tadellose Uebersichtsbilder der Hautnerven gewinnen, so müssen Knorpel und Muskeln vollständig entfernt werden, was übrigens nicht schwer fällt, sobald man in den beschriebenen Handgriffen einige Uebung erlangt hat. Die getrennten Hautlamellen werden nun entweder sofort in ein $^1/_4$% Chlorgoldlösung gelegt, wo sie 15—20 Minuten verbleiben, oder sie werden zuerst auf 24 Stunden in Kalkwasser gethan und nachträglich der Einwirkung einer $^1/_4$% Chlorgoldlösung circa 5 Minuten lang ausgesetzt. In letzterem Falle tritt die Reduction sehr rasch ein, an den grossen Stämmchen z. Th. schon während das Präparat in der Chlorgoldlösung liegt. Nach 24 Stunden ist die Reduction immer eine vollständige. Im ersteren Falle tritt die Reduction häufig erst nach mehreren Tagen vollständig ein und die Färbung wird manchmal diffus. Für Uebersichtspräparate eignen sich beide Methoden, zum Studium der Nervenendigungen nur die letztere und zwar aus Gründen, die wir weiter unten darlegen werden.

Betrachtet man bei schwacher Vergrösserung ein nach der Cohnheim'schen Methode bearbeitetes Mauseohr, dessen Epithelfläche vom Beobachter abgewendet ist, so sieht man 4—6 Nervenstämmchen in den basalen Theil eintreten. Das mittlere Stämmchen ist bei weitem dicker, als die seitlich von ihm gelegenen, es ist auch bedeutend länger, als die übrigen, weil es hauptsächlich die Spitze des Ohres mit Nerven versorgt, während die seitlich gelegenen Stämmchen den nächsten Hautrand sehr bald erreichen. Schon in dem basalen Theile des äusseren

Ohres theilen sich alle Stämmchen baumförmig und zwar folgen die Theilungen sehr rasch auf einander, vermittelst dieser Zweige hängen die Stämmchen unter einander zusammen und tauschen ihre Fasern aus, so dass man nicht selten eine Faser von einem Stämmchen bis ins andere verfolgen kann, gewöhnlich biegen aber die Fasern von diesem Wege ab, um in den Plexus einzutreten. Dieser Grundplexus, an dessen Bildung die Zweige erster Ordnung participiren, liegt in einem Niveau mit den Nervenstämmen. Form und Grösse seiner Maschen sind so mannigfaltig, dass ich auf eine minutiöse Beschreibung und auf Zahlenangaben verzichte. Viel wichtiger ist es, die Zielpunkte der aus dem Plexus austretenden Fasern festzustellen. Aus dem Grundplexus treten dünne, aus 2—4 Fasern bestehende Stämmchen, die sich zu einem zweiten Plexus vereinigen; dieser liegt tiefer als der erste (d. h. der Epithelfläche näher) und besteht grösstentheils aus rundlichen Maschen, aus denen die für die Haare, die Cutis und das Oberflächenepithel bestimmten Nervenfasern entspringen. In diesen beiden Plexus kommt es zu einer innigen Durchflechtung aller von den Nervenstämmen sich abzweigenden myelinhaltigen Nervenfasern. Theilungen der letzteren kommen innerhalb des zweiten Plexus häufig vor und zwar gewöhnlich an den Stellen, wo ein Faseraustausch stattfindet; die aus einer Faser entspringenden Zweigfasern schlagen häufig verschiedene Bahnen ein. Am häufigsten sieht man Theilungen von Nervenfasern in den dünnen Stämmchen, die sich aus dem zweiten Plexus abzweigen, um sich direct zu den Haaren zu begeben, und da jedes Haar von mehreren Nervenfasern versorgt wird, und die Haare in der Nähe des freien Randes viel dichter stehen, als in den übrigen Partien des äusseren Ohres, so sind die Plexusbildungen am Rande engmaschiger und die Randpartien überhaupt nervenreicher. Die Behauptung Schöbl's, [1]) dass „zu jedem Haarbalg ein Nervenstämmchen tritt“, ist entschieden falsch. Jedes Haar wird von mehreren Nervenfasern (5—6 und mehr) versorgt, die von verschiedenen Seiten her, entweder gesondert oder 2—3 zu dünnen Stämmchen vereinigt, an den Haarbalg

[1] L. c. p. 265.

treten (Fig. 5). Sie sind sämmtlich myelinhaltig und stammen aus den nächst gelegenen Strängen des zweiten Plexus. Theilungen dieser Fasern kommen, wie erwähnt, äusserst häufig vor und zwar in der nächsten Nähe des Haarbalgs. Bis an den Hals dieses letzteren sind sie sehr leicht zu verfolgen. Hier angekommen schneiden sie aber gewöhnlich scharf ab und bei schwacher Vergrösserung hat es den Anschein, als ob gerade hier das Chlorgold versagt hätte. Von einem Nervenring und einem Nervenknäuel (Schöbl) ist keine Spur zu sehen. Andere Nervenfasern sind nur bis an die Talgdrüsen zu verfolgen, indem auch hier die myelinhaltige Nervenfaser, ohne sich zu verdünnen, plötzlich und spurlos verschwindet. Da sich dieselben Bilder an einer ganzen Reihe sehr gelungener Chlorgoldpräparate wiederholten, so setzte ich voraus, dass an den Stellen, wo die Nerven scheinbar scharf abschnitten, die Myelinscheide aufhöre und die Axencylinder ungefärbt blieben oder durch die Zellen der Wurzelscheide und der Talgdrüsen verdeckt würden. Die Epithelien waren nämlich auch bei sonst tadellosen Präparaten immer mehr oder weniger gefärbt, so dass an den Berührungsstellen der Zellen rothe netzförmig verbundene Linien erschienen, die von etwaigen zwischen den Zellen der Talgdrüsen und der Wurzelscheide verlaufenden Nervenfäden nicht zu unterscheiden waren. An Präparaten, die nach der eingangsbeschriebenen Methode mit Essigsäure und Osmiumdämpfen behandelt waren, konnte man sich auf das entschiedenste überzeugen, dass die Nerven ihre Myelinscheide an den Stellen verlieren, wo wir sie an Chlorgoldpräparaten plötzlich aufhören sehen. Die nackten Axencylinder waren auf ihrem weiteren Verlauf auch bei dieser Methode nicht zu sehen, sie treten, wie bekannt, nach Essigsäurewirkung nur an bindegewebigen Organen mit genügender Schärfe hervor. Ich versuchte nun die Haarbälge und Talgdrüsen theilweise zu evacuiren und benützte wiederum das Kalkwasser. Nach 24-stündiger Einwirkung lassen sich die Haare nebst Wurzelscheide sehr leicht entfernen; will man auch die Malpighische Schicht mit den Drüsenzellen der Talgdrüsen entfernen, so genügt ein vorsichtiges Schaben mit dem Staarmesser. Es bleiben dann nur der Haarbalg mit der Glashaut und die zugehörigen Nerven haften. Das Entfernen der Epithelien und Drüsenzellen kann sowohl

vor der Vergoldung als nach derselben erfolgen. Ich entfernte gewöhnlich vor der Vergoldung nur die Haare und die Hornschicht, um eine gleichmässige Durchtränkung des Präparates zu erzielen, während die Malpighische Schicht und die Talgdrüsen erst später so weit als nöthig entfernt wurden. An den so behandelten Präparaten erscheinen einige Haarbälge vollkommen leer, auch von den Talgdrüsen ist nur der bindegewebige Balg übrig geblieben, an anderen Stellen findet man die Talgdrüsen zum Theil oder vollkommen erhalten und in dem Haarbalg findet man die Wurzelscheide, die aus einer doppelten Reihe von kleinen, cubischen Zellen besteht. Die Kerne der Epithelien und der Bindegewebszellen sind scharlachroth, ebenso die Kerne der Nervenscheiden und der Capillaren. Die Markscheide in den grösseren Nervenstämmchen ist körnig zerfallen, nur an den tiefer gelegenen Nervenfasern, die direct zu den Haaren gehen, bleibt das Mark mehr oder weniger erhalten. Die Körnchen lösen sich sehr leicht in einer $^1/_2$% Lösung von Cyankali, dadurch werden die Axencylinder entblösst und können als lebhaft roth gefärbte Fäden leicht verfolgt werden, gleichzeitig wird auch der körnige Niederschlag, der manchmal im ganzen Präparat zerstreut ist, gelöst. Das Bindegewebe erscheint nun fast vollkommen farblos, das Protoplasma der Drüsenzellen hat nur einen Stich ins rosenrothe. Werden solche Präparate in Damarlak eingeschlossen, so sind sie so durchsichtig, dass man sie mit Immersionssystem Nr. 11 Hartn. durchforschen kann. Sowohl der Verlauf der Nerven, als ihre Endigungen an den Haaren müssen an Präparaten studirt werden, deren Epithelfläche nach unten sieht. Bei oberflächlicher Einstellung bekommt man also den Grund des Haarbalgs, bei tieferer Einstellung dessen Hals zu Gesicht. Im ersteren Falle erscheinen gleichzeitig die Nervenstämmchen und die Plexusbildungen scharf, im letzteren — die zu den Haaren herantretenden Nerven.

Fasst man nun bei schwacher Vergrösserung einen Haarbalg ins Auge, dessen zelliger Inhalt entfernt ist, so fällt sofort ein scharfer kreisrunder Rand auf, der in das Lumen des Haarbalgs prominirt, das ist der untere freie Rand der Glaslamelle, die in der Gegend des Halses mit dem Haarbalg verschmilzt, wovon man sich überzeugen kann, wenn man den Tubus des

Microscops etwas senkt. Man bemerkt an der durchsichtigen Membran eine feine Strichelung, die am freien Rande beginnt und bis an den Hals der Haartasche zu verfolgen ist. Diese feinen schwarzbraunen Striche laufen längs der Glashaut parallel zu einander und anastomosiren nie. Gleichzeitig sieht man mehrere myelinhaltige Nervenfasern von verschiedenen Seiten an den Haarbalg treten und in dessen Nähe die Myelinscheide verlieren, um nun als nackte Axencylinder unter häufigen Theilungen bis an die Glashaut zu verlaufen. Ausserdem sieht man an dem Haarbalg zahlreiche Kerngebilde, die purpurroth gefärbt sind und zum grössten Theile dem bindegewebigen Haarbalg, zum kleinsten Theile den noch haftenden Talgdrüsenzellen angehören.

Prüft man nun dieses Bild mit starken Linsen, so überzeugt man sich bei Verschiebung des Tubus, dass die Glashaut einen nach oben und unten offenen Trichter bildet, in dessen Wandung dünne schwarze Fäden verlaufen. Diese Fäden gehen am Halse des Haarbalgs in dessen bindegewebige Grundlage über, wo sie mehr oder weniger geschlängelt oder bogenförmig verlaufen; manchmal sieht man sie auch geradlinig den Haarbalg durchsetzen, um sich hier z. Th. zu vereinigen und als Axencylinder in die nächstgelegenen myelinhaltigen Nervenfasern überzugehen. Mit anderen Worten die Axencylinder theilen sich gewöhnlich vielfach dort, wo sie ihre Myelinscheide verlieren, durchsetzen den Haarbalg und strahlen in die Glashaut aus. (Fig. 6 und 9). Man kann auch die optischen Querschnitte der in der Glashaut gelegenen Fäden zu Gesicht bekommen, wenn man Haarbälge fixirt, an denen Haarscheide und Talgdrüsen erhalten sind. Man sieht in solchen Fällen zwischen Haarscheide und Haarbalg schwarze, kreisförmig gestellte Punkte, die in regelmässigen Intervallen den unteren freien Rand der Glashaut markiren. (Fig. 10 und 11). Von letzterer ist an solchen Haarbälgen nichts zu sehen, sie tritt nur dann hervor, wenn sie ihre Fläche dem Beobachter präsentirt, das geschieht aber nur dann, wenn Haarscheide und Talgdrüsen entfernt sind. So lange ich mich von dem Zusammenhange der schwarzen Fäden an der Glasmembran mit den zutretenden Nerven nicht überzeugt hatte, hielt ich erstere für Falten, in denen

sich das Gold niedergeschlagen hatte. Diese Deutung basirte auf dem Umstande, dass diese regelmässigen Faltungen an der dicken Glashaut grösserer Haare leicht nachzuweisen sind und zweifelsohne existiren. Gegenwärtig muss ich meinen Befund so deuten, dass die durch Theilungen der Axencylinder entstandenen feinen Nervenfäden in seichten Vertiefungen der Glashaut verlaufen, und zwar müssen das Rinnen sein, die constant sind und ihre gegenseitige Lage nicht ändern, dafür spricht die Regelmässigkeit ihrer Anordnung und die Constanz des Befundes. Zu Gunsten dieser Deutung spricht noch der Umstand, dass die Nervenfäden im Bereiche der Glashaut sehr häufig etwas dicker erscheinen, als auf der Strecke, die sie im Bindegewebe des Haarbalgs zurücklegen. Die Verdickung hängt aber von der Rinne ab, die den gefärbten Nervenfaden umgibt und in die das Gold sich niederschlägt. In Fig. 9 ist der Unterschied in der Dicke der Fäden an den verschiedenen Abschnitten sehr getreu wiedergegeben. Es frägt sich nun, haben wir am Rande der Glashaut die freien Nervenendigungen der Tastnerven vor uns oder sind die feinen Fäden gerade dort abgerissen, wo sie in die Wurzelscheide eintreten und mit letzterer bei der Bearbeitung mit dem Pinsel entfernt werden? Ich habe bereits erwähnt, dass man die freien Enden der Fäden am Rande der Glashaut auch an solchen Haarbälgen sieht, deren Wurzelscheide erhalten ist. Diese Fäden schneiden aber alle ohne Ausnahme in einem Niveau ab und sind nie bis in die Wurzelscheide zu verfolgen.[1] Hiermit soll aber nicht behauptet werden, dass die Wurzelscheide nervenlos ist. Man bemerkt nämlich an Haaren, an denen die Wurzelscheide und die Talgdrüsen mehr oder weniger erhalten sind, Nervenfasern, die nicht direkt den Haarbalg durchsetzen, um an die Glashaut zu treten, sondern sich in den Hals der Talgdrüsen einsenken. Von hieraus kann man sie häufig einerseits

[1] Ich bin mir im übrigen sehr wohl bewusst, dass der stricte Beweis, dass eine jede Rinne einen Nervenfaden enthält und jeder Faden bis an den freien Rand der Glashaut verläuft, um hier frei zu endigen, nicht geführt ist. Wer aber an ähnlichen Objecten Zeit und Mühe nicht gespart hat, wird die Schwierigkeiten ermessen können, die sich bei der Erforschung der Nervenendigungen an so complicirten Gebilden, wie die Tasthaare, entgegenstellen.

bis in die Talgdrüsen, andererseits bis in diejenige Partie der Wurzelscheide verfolgen, die ungefähr in einer Ebene mit den Ausführungsgängen der Talgdrüsen liegt. (Fig. 7 und 8). Weiter nach unten konnte ich die Nerven der Wurzelscheide nicht verfolgen, weil gerade an den Haarbälgen deren Nerven sichtbar waren, die Haare mit den tieferen Partieen der Wurzelscheide entfernt waren. Letztere bleibt aber in der nächsten Umgebung der Ausführungsgänge der Talgdrüsen gewöhnlich haften, falls man es nicht speciell darauf abgesehen hatte, auch diese Theile mit dem Pinsel zu entfernen. Fixirt man nun die Ebene, in der die Ausführungsgänge der Talgdrüsen liegen, so sieht man runde, scharlachrothe Kerne in regelmässigen Abständen kreisförmig den Hals der Haartasche umgeben; das sind die Zellkerne der Wurzelscheide, an die sich die Talgdrüsen mit kurzem Halse anschliessen. Auch hier sind die kreisrunden schön gefärbten Kerne in regelmässigen Abständen vertheilt, während die Zellgrenzen gar nicht oder nur undeutlich zu sehen sind, weil das Protoplasma fast ungefärbt ist und das Präparat in Damarlak liegt. Man sieht myelinhaltige Nervenfasern an die Talgdrüsen und an die Wurzelscheide herantreten, hier ihre Myelinscheide verlieren, sich theilen und stellenweise engmaschige Netze bilden (Fig. 8) oder als isolirte Nervenfasern verlaufen. Von einer Verwechselung mit Zellgrenzen kann hier keine Rede sein, weil letztere fast nirgend zu sehen sind und die fraglichen Fäden bis zu myelinhaltigen Nerven verfolgt werden können. Wir haben es hier also mit intraepithelialen und intraacinösen Nerven zu thun. Nähere Beziehungen der Zellkerne zu den Nervenfäden, habe ich nie beobachtet, die gefärbten Fäden gingen immer an den Kernen vorbei. Ob freie Nervenendigungen innerhalb der Drüsen und der Wurzelscheide vorkommen, ist mir sehr zweifelhaft, scheinbar freie Nervenendigungen kommen jedoch nicht selten vor (Fig. 7 und 8), beweisen aber nichts in Anbetracht der grossen Schwierigkeiten, die sich der Darstellung der intraacinösen und intraepithelialen Nerven entgegenstellen.

Es frägt sich nun: haben wir es hier mit zwei verschiedenen nervösen Endapparaten zu thun, oder sind die Nerven an der Glashaut und die in der Wurzelscheide nur Theile eines

Ganzen? Ich glaube mich zu Gunsten der ersten Alternative aussprechen zu müssen. Ich deute die an der Glashaut frei endigenden Nervenfäden als specifische Tastnerven, und bringe die in der Wurzelscheide und in den Talgdrüsen gelegenen Nervenendnetze mit denen des Rete Malpighii unter einen Gesichtspunkt; ich fasse sie als das Gemeingefühl vermittelnde Nerven auf.

Diese Unterscheidung lässt sich an den grossen Tasthaaren der Schnauze noch leichter festhalten, weil die einfach sensiblen und die specifischen Tastnerven in getrennten Stämmchen verlaufen und sich an verschiedenen Stellen des Haarbalges inseriren. Ich werde nächstens auf die Nerven der grossen Tasthaare des Genaueren zurückkommen und die Angaben von Langerhans, Odenius, Dietl, Jobert und Merkel berücksichtigen.

d) Die subepithelialen und intraepithelialen Nerven des Mauseohrs.

Man bekommt am besten die subepithelialen und intraepithelialen Nervenendnetze zu Gesicht, wenn man an einem Mauseohr, das nach der Cohnheim'schen Methode mit Chlorgold behandelt wurde, die Hornschicht und das subcutane Bindegewebe grösstentheils entfernt und das Präparat mit der Epithelfläche nach oben gekehrt, in Damarlak einschliesst. Die Haarbälge und die Talgdrüsen erscheinen in der Tiefe als unscharf contourirte dunkle Gebilde, die Nervenstämmchen die direct zu den Haaren gehen, sieht man nicht, während die Nervennetze in der Cutis und im Epithel sich sehr übersichtlich präsentiren. — Man sieht in der Tiefe von den grossen den subcutanen Plexus bildenden Nervenstämmen, dünne Stämmchen abgehen, die sich wiederum theilen und unter einander anastomosiren. Von diesem in den tiefen Cutisschichten gelegenen Netze zweigen sich wiederum Nervenfasern ab, die ihre Myelinscheide verlieren und in der Cutis Netze bilden, die z. Th. die Gefässe versorgen (Tomsa), z. Th. dem Bindegewebe als solchen angehören. Stellt man den Tubus des Microscops noch oberflächlicher ein, so gewahrt man ein drittes subepitheliales engmaschiges Nervennetz, das aus feinsten Nervenfäden besteht mit Verdickungen an den

Knotenpunkten. In diesem Niveau sieht man auch Nervenfäden bogenförmig verlaufen und die Haarbälge umkreisen (Fig. 4); sie senken sich in die Tiefe und verlieren sich in dem epithelialen Trichter, dessen Fortsetzung in der Tiefe die Haarwurzelscheide bildet. Fixirt man nun das Rete Malpighii, so sieht man dunkel gefärbte Fäden zwischen den Epithelzellen verlaufen, diese Fäden anastomosiren unter einander und bilden ein intraepitheliales Netz, das aber insofern unvollständig ist, als viele Fäden scheinbar frei zwischen den Epithelzellen endigen. Die Zahl dieser frei auslaufenden Fäden ist eine sehr wechselnde, an den Stellen, wo das intraepitheliale Netz engmaschiger ist, sind sie sehr spärlich vertreten, an anderen wieder sehr zahlreich und das Netz erscheint dann vielfach durchbrochen. Diese Coincidenz der freien Endigungen mit unvollständiger Netzbildung macht es mehr als wahrscheinlich, dass auch hier ein Endnetz vorliegt, und dass die freien Nervenendigungen nur durch unvollständige Färbung der feinen Fäden vorgetäuscht werden.

Wir müssen nun die Frage discutiren, ob die seit Langerhans bekannten verzweigten Körper einen integrirenden Bestandtheil der intraepithelialen Nervenausbreitung bilden.

Ihre nervöse Natur ist vielfach angezweifelt worden und hauptsächlich desshalb, weil ihr Zusammenhang mit zweifellosen Nerven nicht nachgewiesen ist und die vereinzelten Fälle, in denen der Uebergang eines Nervenfadens in das dunkelviolette Körperchen an Schnittpräparaten demonstrirt werden konnte, liessen noch immer die Möglichkeit zu, dass es sich hier nur um Contiguität handelt. Sodann fällt gegen die nervöse Natur der fraglichen Gebilde der Umstand schwer ins Gewicht, dass ihre Zahl eine sehr wechselnde ist. Sie liegen manchmal nahe an einander, so dass ihre Fortsätze direct in einander übergehen, bald findet man sie auf grösseren Strecken nur vereinzelt. An der Methode der Darstellung liegt es nicht, denn die verzweigten Körper färben sich sehr rasch und intensiv in Chlorgold, und zwar viel leichter und intensiver als die Epithelzellen und die intraepithelialen Nerven. Meine Erfahrungen haben mich zur Überzeugung geführt, dass die fraglichen Gebilde Wanderzellen sind, die aus dem subcutanen Gewebe und dem Corium in das Epithel einwandern. Da sie mit

den intraepithelialen Nerven zwischen den Epithelien liegen und beide Gebilde sich in Chlorgold starr färben, so wird ein Zusammenhang von Nerv- und Wanderzellen vorgetäuscht. Folgendes Experiment wird, wie ich hoffe, dem Leser die Ueberzeugung von der Richtigkeit dieses Satzes beibringen.

Man rasire das eine Ohr eines vollkommen ausgewachsenen und nicht haarenden Kaninchens und tödte es nach 24 Stunden, das zweite Ohr wird nach dem Tode des Thieres rasirt; beide Ohre werden in einzelne Blätter gespalten, die getrennten Hautlamellen in Stücke geschnitten, die nicht über ein Quadratcentimeter messen und der Einwirkung einer $^1/_4\%$ Chlorgoldlösung ausgesetzt. Haben die einzelnen Stücke einen ausgesprochenen gelben Ton angenommen, was nach 20—30 Minuten eintritt, so überlasse man sie der Reduction in angesäuertem Wasser. Nach 24—48 Stunden entwässere man die inzwischen violett gewordenen Hautstücke in Alkohol. Ist viel körniger Niederschlag im Gewebe, so muss er mittelst Cyankali entfernt werden. Das Präparat ist dann so durchsichtig, dass es trocken eingeschlossen, für starke Systeme zugänglich ist. Vergleicht man nun Präparate, die verschiedenen Ohren entnommen sind, so stellt sich ein in die Augen fallender Unterschied heraus. Das Ohr, das 24 Stunden vor dem Tode des Thieres rasirt wurde, ist durchsetzt von rundlichen oder leicht eckigen schwarzbraunen Gebilden, sie entsprechen in Bezug auf Grösse und Form den Wanderzellen, ihr Kern ist ungefärbt und erscheint als weisser Fleck im dunkeln Protoplasma. Die Gebilde sind sowohl in der Cutis, als im Unterhautzellgewebe zerstreut (Fig. 14). Bei näherer Betrachtung stellt sich eine nahe Beziehung zu den Gefässen heraus, viele Uebergangsgefässe und Capillaren sind förmlich gepflastert von diesen Zellen, nicht selten findet man sie auch innerhalb der Gefässe (Fig. 15). Besonders gehäuft liegen sie in der nächsten Nähe der Haarbälge. Fixirt man nun das Epithel, so findet man es durchsetzt von sternförmigen und rundlichen, braunschwarzen Gebilden, die stellenweise so nahe an einander liegen, dass ihre Fortsätze sich berühren. Stellen, an denen diese Gebilde fehlen oder spärlich vertreten sind, findet man niemals an solchen Präparaten, das Epithel ist in dem ganzen Bereiche des rasirten Ohrs von den sternförmigen Gebilden durchsetzt, die gegen die

viel schwächer gefärbten Epithelzellen sehr abstechen. — Betrachtet man nun das andere nach dem Tode des Thieres rasirte Ohr, so findet man in der Cutis entweder gar keine oder nur sehr spärliche Rundzellen, sie vertheilen sich in den verschiedenen Tiefen derart, dass man nur nach längerem Suchen und bei einiger Uebung auf sie stösst. Im Epithel sind diese Gebilde ganz unregelmässig vertheilt. An grösseren Stellen fehlen sie oft ganz, an anderen sind sie wieder vorhanden, ohne jedoch so nahe an einander zu liegen, wie es in dem vor dem Tode rasirten Ohre der Fall ist. Verfolgt man nun an solchen Präparaten die intraepithelialen Nerven und fixirt man die Stellen, welche keine oder nur sehr spärliche verzweigte Körper enthalten, so sieht man schwarzbraune Fäden zwischen den Epithelien verlaufen, sie anastomosiren unter einander und entsprechen vollkommen den intraepithelialen Nerven der Schleimhäute mit geschichtetem Epithel (Ellin, Klein, Chrschtschanowitsch). An günstigen Stellen kann man sich von dem Zusammenhang der intraepithelialen Nerven mit den Nervenfasern des subepithelialen Netzes überzeugen. Am leichtesten gelingt es an Präparaten, die ihres Epithels stellenweise beraubt sind (Fig. 12). Wir haben hier also dieselben Endnetze, wie wir sie in der Wurzelscheide gesehen haben.

Bekanntlich dilatiren sich die Gefässe des Kaninchenohrs sehr rasch und nachhaltig schon nach Aplication sehr schwacher Reize, ein sanftes Frottiren genügt, um eine lebhafte Hyperaemie hervorzurufen. Nach dem Rasiren dauert die Hyperaemie stundenlang fort und die mit blossem Auge sichtbaren Gefässe sind strotzend mit Blut gefüllt. Ob es dabei in einigen kleinen Venen vorübergehend bis zur Stase kommt, weiss ich nicht. Hält man aber die Erscheinungen intra vitam mit dem Befunde post mortem an dem früher rasirten Ohre zusammen und berücksichtigt man die verschwindend geringe Zahl von Wanderzellen in dem Gewebe des nach dem Tode rasirten Ohres, so wird man unwillkürlich zu der Annahme gedrängt, dass der gesetzte Reiz stark genug war, um eine lebhafte Emigration weisser Blutkörperchen aus den stark dilatirten Gefässen zu bedingen. Wie weit Proliferationserscheinungen dabei mitspielen, lasse ich dahingestellt. Aus dem subcutanen Gewebe und dem Corium dringen die Wan-

derzellen in das Epithelialstratum ein und adaptiren sich hier den gegebenen Verhältnissen, d. h. nehmen Sternform an und erscheinen als verzweigte Körper, die immer dort liegen, wo mehrere Epithelien zusammenstossen. Die Fortsätze sind übrigens manchmal sehr kurz, so dass die dunkeln Körper rundlich, birnförmig oder nach einer Seite ausgezogen erscheinen (Fig. 13), und können lange Fortsätze durch Färbung der Kittsubstanz vorgetäuscht werden; sind ausserdem noch die zwischen dem Epithel verlaufenden Nervenfäden gefärbt, so hat man vollends kein Criterium um die verschiedenen Gebilde auseinander zu halten. Merkel[1] deutet die verzweigten Körper als bindegewebige Gebilde und glaubt es mit „pigmentlosen Pigmentzellen“ zu thun zu haben. Bekanntlich kommen aber solche verzweigte Pigmentkörper im Epithel der Haut bei Warmblütern nicht vor und ist die Gegenwart von „bindegewebigen Gebilden“ im Epithel von Niemandem nachgewiesen. Die Erklärung Merkels könnte also im besten Falle nur für niedere Wirbelthiere passen und sind hier Verwechslungen mit Pigmentzellen wohl möglich. Man kann sich am leichtesten davon überzeugen, wenn man die membrana nictitans eines Frosches mit Chlorgold behandelt. Berücksichtigt man aber die Angaben von Rouget,[2] der an Batrachierlarven die Umwandlung emigrirter weisser Blutkörperchen in Pigmentzellen[3] und ihr Sesshaftwerden in den bindegewebigen Scheiden der Gefässe und Nerven, sowie ihr Eindringen ins Epithel direct beobachtet haben will, so erscheinen die „pigmentlosen Pigmentzellen“ Merkels als vulgäre Wanderzellen, die unter gewissen Bedingungen sehr zahlreich im Epithel erscheinen. Damit stimmen auch die Angaben von Biesiadecki.[4] Zwischen meiner Ansicht und der Ansicht Merkels existirt somit kein principieller Unterschied, in der Hauptsache sind wir einig. Wir verwerfen die Continuität zwischen Nerv und sternförmigem Körper, so wie die nervöse und epitheliale Natur des letzteren.

[1] Arch. f. mikrosk. Anat. XI. p. 636.

[2] Arch. de Physiologie. 1873. p. 603 u. 1874. p. 821.

[3] Vergl. auch Golubew Archiv für mikrosk. Anat. V. 1869 p. 75.

[4] Strickers Handbuch. p. 590.

e) Die Nervenscheiden und die Lymphbahnen des Mauseohrs.

Es bleibt mir noch übrig einige Data, die sich auf die Nervenscheiden beziehen, namhaft zu machen. Die einschlägigen Beobachtungen sind allerdings fragmentarisch, aber immerhin interessant genug, um erwähnt zu werden. — Legt man ein Mauseohr, ohne es in Lamellen zu spalten, in Kalkwasser und nach 24 Stunden in Chlorgold, so schlägt sich letzteres in der ödematösen Lymphcapillaren und Lymphgefässen nieder. Spaltet man nun das äussere Ohr vor oder besser nach der Härtung in Alkohol und schliesst es in Damarlak ein, so bekommt man sowohl die klappenhaltigen grossen Lymphstämme, als die Lymphcapillaren und die Lymphscheiden der Nerven zu Gesicht. Die Nervenscheiden erscheinen als blauviolette Hüllen, in denen die intensiv roth gefärbten Nerven liegen. In der Nähe des Haarbalgs erweitern sich jedesmal die äusseren Scheiden der zutretenden Nerven sackförmig und fliessen mit dem Haarbalg und mit der bindegewebigen Hülle der Talgdrüsen in eins zusammen (Fig. 16 *a*). Zwischen den Nervenstämmen ungefähr in einer Ebene mit ihnen sieht man ein blau-violettes oder roth-violettes Netz, das sich von dem viel schwächer gefärbten Grundgewebe stellenweise sehr scharf abhebt. Die Knotenpunkte des Netzes sind verbreitert, ihre Begrenzung nicht geradlinig, sondern convex oder concav. Bei starker Vergrösserung überzeugt man sich bei veränderter Einstellung, dass die Stränge des Netzes und namentlich die Knotenpunkte eine gewisse Dicke, resp. Tiefe besitzen.

An den Stellen, wo das fragliche Netz weniger scharf hervortritt, erscheint es zugleich flacher und geht stellenweise ohne scharfe Grenzen in die bindegewebige Grundlage über. Das Netz zeigt bei starker Vergrösserung eine feine fibrilläre Streifung und ist kernhaltig, eine regelmässige Vertheilung der rothen Kerne konnte ich jedoch nicht nachweisen. Fixirt man nun die Berührungsstellen dieses Netzes mit den Nervenscheiden, so sieht man sehr häufig Anastomosen zwischen beiden Gebilden. Die Nervenscheide gibt Zweige ab, die keine Nerven enthalten, es sind leere bindegewebige Hüllen, die direkt in das beschriebene Netz übergehen. Das Verhältniss war ein ähnliches, wie es

jüngst von R. Riedel für die perivasculären Scheiden der Hirngefässe beschrieben wurde. Solche Anastomosen kommen häufiger vor an den dünnen Scheiden, die nur eine bis zwei Nervenfasern enthalten, während ein directer Zusammenhang des Netzes mit dickeren Nervenscheiden, die mehrere Nervenfasern enthalten, seltener zu constatiren ist. — Die Configuration des Netzes und die charakteristischen bauchigen Erweiterungen an den Knotenpunkten machen es mehr als wahrscheinlich, dass wir es hier mit Lymphcapillaren zu thun haben und ihr Zusammenhang mit den Nervenscheiden stimmt mit den Injectionsresultaten von Axel Key und Retzius.[1] Den schwedischen Forschern ist es bekanntlich gelungen, die peripheren und die abführenden Lymphgefässe von dem Subarachnoidal- und Subdural-Raum aus, zu füllen, wobei die Injectionsmasse den Nervenbahnen folgte. In meinen Präparaten traten die abführenden, klappenhaltigen, rosenkranzförmigen Lymphgefässe sehr scharf hervor, da sie in Kalkwasser ödematös geworden. Ihre feineren Zweige, die voraussichtlich die Verbindung mit den Lymphcapillaren herstellen, erschienen aber unscharf und verloren sich im Bindegewebe. Es ist mir daher nicht gelungen den Zusammenhang der abführenden Lymphgefässe mit dem in Rede stehenden Netze mit Sicherheit nachzuweisen, obgleich Andeutungen davon nicht selten vorhanden waren.

Behandelt man das äussere Ohr, nachdem man es gespalten hat, mit Silbernitrat, so bekommt man bei gelungener Imprägnation ein sehr zierliches Bild. Die Nerven, die Lymph- und Blutgefässe erscheinen weiss, während das zwischenliegende Gewebe braun gefärbt ist und stellenweise die bekannte Saftcanälchenzeichnung zeigt. Die weissen Stränge der Nerven sind durch ihren Verlauf und durch die Form der Endothelien der Nervenscheiden kenntlich. Diese Endothelien besitzen keine wellenförmig geschwungenen Conturen wie die Endothelien der Lymphgefässe und sind ebenso unähnlich den Endothelien der Blutgefässe, ihre Contouren sind geradlinig und die Zellen erscheinen als rechtwinkelige, viereckige Platten (Ranvier). Ebenso leicht sind die Arterien von den Lymphgefässen zu unterscheiden. Nur

[1] Arch. f. mikrosk. Anatomie XI. p. 272.

die Venen lassen manchmal eine Verwechslung mit Lymphgefässen zu, wenigstens an den Strecken, wo letztere keine ausgesprochene Ausweitungen des Lumens zeigen. Bei genauerem Hinsehen ist aber immer möglich eine Entscheidung zu treffen. In dem bindegewebigen Sacke, in dem die Talgdrüsen und die Wurzelscheide stecken, ist ebenfalls ein Endothelbelag nachzuweisen. Hingegen war es unmöglich, das Netz der Lymphcapillaren zu Gesicht zu bekommen, weil bei dem Spalten des frischen Ohres Zerrungen des Gewebes nicht zu vermeiden waren, ausserdem fehlte auch die zweite Bedingung — das Oedem, wo letzteres fehlte, war auch bei Chlorgoldpräparaten das fragliche Netz nicht zu sehen. Ich suchte daher das Gewebe vor der Versilberung ödematös zu machen, indem ich das Ohr auf 24 Stunden in Serum legte, da aber bei der nachfolgenden Spaltung das lockere Gewebe wieder zusammenfiel, so wurde der beabsichtigte Zweck nicht erreicht.

ANHANG.

Die Nerven der menschlichen Kopfschwarte.

Nachdem ich mich an der Haut der Maus überzeugt hatte, dass ein jedes Haar mit Nerven versorgt ist, lag es nahe, die Giltigkeit dieses Satzes auch für die behaarten Hautpartieen beim Menschen zu prüfen. Ich benutzte die rasirte Kopfschwarte, die ich 24 Stunden in einer $^1/_2$% Essigsäurelösung quellen liess und darauf der Einwirkung von Osmiumdämpfen aussetzte. Die Dämpfe müssen successive auf beide Flächen einwirken und sowohl Epidermis, als Fettpolster möglichst entfernt werden, was an der gequollenen Haut sehr leicht geschieht. Nach ein- bis zweistündiger Einwirkung der Osmiumdämpfe wird die Haut vollkommen schnittfähig und bekommt einen ausgesprochenen braunen Ton. Fertigt man nun Schnitte an, die durch die ganze Dicke der Cutis und den übrig gebliebenen Rest des Unterhautfettgewebes gehen, so überzeugt man sich, dass

das glasig gequollene Bindegewebe nicht gefärbt ist, während die Fettzellen, die Talgdrüsen und die myelinhaltigen Nerven tief schwarz erscheinen; die übrigen Gebilde, d. h. Gefässe, glatte Muskeln, Haarscheide und rete Malpighii zwischen den Papillen erscheinen braun. Zur Demonstration der erectores pilli eignet sich diese Methode vortrefflich und lassen sich die Präparate in kali aceticum leicht aufbewahren.

Sucht man nun an solchen Präparaten die Nerven auf, so sieht man in den tiefen Cutisschichten Nervenstämmchen parallel der Hautoberfläche verlaufen, von ihnen entspringen dünne Zweige oder einzelne Nervenfasern, die sich in ihrem Verlauf den Haaren mehr oder weniger nähern. In vielen Fällen werden sie auf dieser Strecke vom Schnitte getroffen, so dass man in Zweifel bleibt, ob der Zielpunkt der durchschnittenen Nervenfaser die nächste Hautpapille oder das nächstgelegene Haar ist. Durchmustert man aber eine grössere Anzahl von Schnitten, so findet man Nerven, die bis an den Hals der Haartasche zu verfolgen sind. Wie zu erwarten war, ist der stricte Beweis, dass ein jedes Haar mit Nerven versorgt ist, an Schnittpräparaten nicht zu führen, berücksichtigt man aber die an Flächenpräparaten der Mausehaut und an den Schnittpräparaten der Kopfschwarte beigebrachten Thatsachen, so ist wohl der Schluss gestattet, dass jedes Haar der menschlichen Kopfschwarte mit Nerven versorgt ist. Dieses dünne hoch oben in der Gegend der Talgdrüsen sich inserirende und das Gemeingefühl vermittelnde Stämmchen ist auch an jedem grossen Tasthaare nachzuweisen. An den gewöhnlichen, nicht tastenden Haaren, wie z. B. an denen der Kopfschwarte, fehlt aber das zweite viel dickere nur den grossen Tasthaaren eigene Stämmchen, das sich nie oben, sondern immer unten in den tieferen Partieen des Haarbalges inserirt. Von den Autoren werden diese Stämmchen nicht auseinander gehalten und ihre Endigungen, sowohl wie ihr physiologisches Verhalten zusammen geworfen.

Die Nerven der Vogelhaut.

Prüft man nun die Vogelhaut auf die in Frage stehenden Verhältnisse und wählt man zum Studium die dünne Haut des

Sperlings, so kann man sich an Flächenbildern von Osmium- und Chlorgoldpräparaten sehr leicht überzeugen, dass ein jeder Federbalg mit Nerven versorgt ist. Zwei bis drei Nervenstämmchen aus eben so viel Nervenfasern bestehend, zweigen sich von dem im Unterhautzellgewebe gelegenen Grundplexus ab und begeben sich zu dem Halse des Federbalges. Ich konnte die Nerven bis an die bindegewebige Grundlage desselben verfolgen, ohne über die Nervenendigungen ins Reine kommen zu können. Ein jeder Federbalg ist nämlich auch an den sonst fettlosen Hautstellen von Fettgewebe umgeben, das sich sowohl in Osmiumssäure als in Chlorgold stark färbt. Die glatte Musculatur ist an Flächenpräparaten fächerartig um den Grund des Federbalges ausgebreitet. Ausser den Nerven der Federbälge gibt es in der Cutis der Vogelhaut ein sehr reichhaltiges Netz von blassen kernhaltigen Nervenfasern, dessen Maschen in den verschiedenen Tiefen der Cutis sehr wechseln. Die kleinsten Maschen findet man in den oberflächlichen Cutisschichten, von hier aus dringen dünne Nervenfäden ins Epithel und hier kann man sie zwischen den Zellen des rete verfolgen und mit einander anastomosiren sehen. Scheinbar freie Nervenendigungen findet man nicht selten zwischen den Epithelzellen; ich bin trotzdem geneigt diese freien Enden als Bruchstücke eines geschlossenen intraepithelialen Netzes anzusehen, weil man gerade hier nie sicher ist, eine vollständige Färbung der dünnen Fäden vor sich zu haben.

Die Nerven in der Flughaut der Fledermäuse.

Mit dem Studium der Nerven in der Flughaut der Fledermäuse begannen meine Untersuchungen über die Nerven der behaarten Haut; leider war es mir unmöglich im Spätherbst Fledermäuse zu bekommen. Mir standen nur zwei Exemplare einer Species zur Verfügung, und da mir anfangs die combinirte Wirkung des Kalkwassers und Chlorgolds unbekannt war und die gewöhnliche Methode der Vergoldung wegen der Epidermis ungenügende Resultate ergab, so blieb mir die combinirte Anwendung der Essigsäure und der Osmiumsäuredämpfe übrig. Ich liess die Flughaut 24 Stunden in einer halbprocentigen Essigsäurelösung quellen, entfernte die Epidermis von beiden Flächen

und liess nun auf die ausgespannte Membran Osmiumsäuredämpfe einwirken. Mit Hilfe dieser Methode lassen sich die Nerven leicht verfolgen, nicht aber die Nervenendigungen aufdecken. Ich verzichte auf eine genaue Beschreibung des Verlaufs, weil die Topographie der Nerven durch frühere Arbeiten, und namentlich durch die Angaben von Schöbl[1] und Jobert[2] genügsam berücksichtigt ist. Wichtiger scheint es mir die Zielpunkte der Nerven festzustellen. In dieser Hinsicht habe ich folgendes constatirt. Die motorischen und sensiblen Fasern verlaufen an der Basis der Flughaut in gemeinsamen Stämmchen.[3] Von den Theilungsstellen aus kann man die Nerven verfolgen: 1) bis an die quergestreifte Musculatur, 2) bis an die Gefässe, und zwar bis an die Capillaren. Man sieht die feinen mit Verdickungen versehenen Fäden den Capillaren anliegen und Netze bilden, deren Maschen mit denen des Capillarnetzes congruent sind. 3) Sind die Nerven zu verfolgen bis an das Endnetz blosser Nervenfasern, das in der Cutis gelegen ist. Man kann in beiden Cutisblättern je zwei Schichten dieser kernhaltigen Netze unterscheiden. Sie haben mit den Capillaren nichts zu thun und verlaufen ganz unabhängig von ihnen. Das oberflächliche unmittelbar unter dem Epithel gelegene Netz ist etwas engmaschiger. Schöbl hält es für allseitig geschlossen, während Jobert die feinen Fäden bis ins Epithel verfolgt haben will. An unseren Präparaten sieht man allerdings bei oberflächlicher Einstellung feinste Fäden dieses Netzes im optischen Querschnitt; sie sind höchstwahrscheinlich für das Epithel bestimmt. — 4) Kann man die Nerven verfolgen bis an die Tasthaare und 5) bis an die Krause'schen Endkolben.

Was die Tasthaare anlangt, so sieht man an ihnen weder einen Nervenknäuel (Tannenzapfen — Schöbl), noch einen Nervenring. Die an den Haaren vorbeistreichenden Nervenstämme geben kurze Stämmchen ab, die in einzelne Fasern zerfallen. Diese myelinhaltigen Nervenfasern streben gegen das Haar von verschiedenen Seiten (Fig. 17), wobei es allerdings manchmal

[1] Arch. f. microsc. Anat. VII.

[2] Arch. d. sciences naturelles 1872. XVI.

[3] Daher beweist das mangelhafte Flugvermögen der Fledermäuse nach Durchschneidung der Nerven (Jobert) absolut gar nichts. Es werden motorische und sensible Fasern durch den Schnitt getroffen.

vorkommt, dass die eine oder die andere Faser Spiraltouren um den Fleck des Haarbalges beschreibt. Alle Fasern senken sich zwischen Haarschaft und Talgdrüsen in die Tiefe und lassen sich ohne Chlorgold nicht weiter verfolgen. Die von mir untersuchte species (vespert. auritus) besitzt keine Schweissdrüsen. Die Tasthaare mit den Talgdrüsen sind längs der elastischen Stränge angeordnet.

Die Endkolben wurden von den bisherigen Beobachtern übersehen und selbst Krause hat sie in der Flughaut vergebens gesucht. Die von mir gesehenen und in Fig. 18 abgebildeten Endkolben stellten längliche Gebilde dar. Bei starker Vergrösserung konnte man an ihnen eine zarte fibrilläre Structur wahrnehmen. In dem Axentheile verlief eine blasse Nervenfaser, die bis in die Spitze des Kolbens verfolgt werden konnte. Über die Endigungsweise kann ich keine positiven Angaben machen, einmal hatte es den Anschein, als ob die Faser an ihrer Eintrittsstelle in einzelne Fibrillen zerfiel (Fig. 18, *a*). Gleichzeitig war zwischen Endkolben und angrenzendem Gewebe ein buchtiger Raum vorhanden, der an einen Lymphraum erinnerte, dessen Wandung continuirlich in die äussere Nervenscheide überging. Die Myelinscheide hörte immer an der Eintrittsstelle der Nervenfaser in den Kolben auf. Von einer Zusammensetzung des letzteren aus Zellen konnte ich nichts sehen. Diese Gebilde gehören somit in Bezug auf Form und Structur zu den ovalen Endkolben (Longworth[1]) und stehen den Pacin'schen Körperchen näher als den Meissner'schen. In Bezug auf die Vertheilung dieser Gebilde in der Flughaut sei erwähnt, dass sie dort liegen, wo keine Tasthaare vorhanden sind, d. h. in den Partieen der Flughaut, die zwischen den Reihen der Tasthaare ausgespannt sind. Berücksichtigt man nun die Angaben von Jobert (l. c.), der Endkolben, resp. Tastkörperchen in dem haarlosen Theile des Greifschwanzes einiger Affenarten (Ateles) beschreibt, so wie die Thatsache, dass bei Vögeln der nichtbefiederte Theil der Haut (Wachshaut) mit den fraglichen Gebilden vorzugsweise versehen ist, so kommt man zur Ueberzeugung, dass Endkolben, resp. Tastkörperchen und Tasthaare physiologisch gleichwerthige Gebilde sind und sich in ihrer Function gegenseitig ersetzen können.

[1] Arch. f. mikrosk. Anatomie XI. p. 653.

Die hier mitgetheilten Studien sind in Graz im Laboratorium des Prof. Rollett gemacht, dem ich für sein freundliches Entgegenkommen vielen Dank schulde. Die Publication der Arbeit hat sich leider verspätet. Neuerlich ist, soviel mir bekannt, nur eine Arbeit über Tasthaare erschienen — die oben citirte Arbeit Merkels. Über die Tastzellen, so weit sie sich auf Tasthaare beziehen, werde ich mich in der nächsten Arbeit aussprechen. Vorläufig genüge die Bemerkung, dass diese Gebilde bereits von Leydig, Dietl und Anderen gesehen wurden, ihr Zusammenhang mit Nerven ist aber auch von Merkel nicht ausser Zweifel gestellt. Osmiumschnittpräparate sind in dieser Hinsicht sehr unzuverlässig. Der untrügliche Nachweis des Zusammenhanges von Nerv und Tastzelle muss erst an Chlorgold- und Isolationspräparaten geliefert werden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Rückenhaut der Maus. *a.* Nervenstamm des primären Plexus. *b. b. b.* secundärer Plexus. *c. c. c.* Haarbälge mit den paarigen Talgdrüsen. Zu jedem Haarbalg sieht man 1—2 Nervenfasern ziehen. Essigsäure. Osmium. Hartn. S. 4. Oc. 3.

Fig. 2. Schwanzhaut der Maus. *a. a.* Nervenstämme, die gegen die Schwanzspitze verlaufen. *b. b.* subcutaner Plexus grösstentheils entfernt, um die zu den Haaren tretenden Stämmchen zu zeigen. Die Haare in der Zeichnung fortgelassen, im Präparat z. Th. erhalten. *d. d. d.* Haarbalg nebst paarigen Talgdrüsen. Man sieht an jeden Haarbalg zwei Nervenstämmchen treten. *c. c. c.* blasses Endnetz in der Cutis. Kalkwasser. Chlorgold. Hartn. S. 4. Oc. 3. — Vergleicht man Fig. 1 und 2, so überzeugt man sich, dass die Haarbälge der Schwanzhaut viel nervenreicher sind, als die der Rückenhaut.

Fig. 3. Rückenhaut der Maus. Man kann einzelne Nervenfasern, die sich vom secundären Plexus abzweigen, bis in den Raum zwischen Haarbalg und Talgdrüsen verfolgen. Kalkwasser. Chlorgold. Hartn. S. 7. Oc. 3.

Fig. 4. Mauseohr. Epithelfläche nach oben gekehrt. Die grossen in der Tiefe gelegenen Nervenstämme sind blass gezeichnet, das oberflächliche subepitheliale Netz — dunkel; die zwischenliegenden Nervenstämme und Geflechte sind entsprechend nuancirt. Die Haarbälge erscheinen bei oberflächlicher Einstellung als rundliche, dunkle, unscharf contourirte Gebilde. Man sieht an ihnen Nervenfasern bogenförmig verlaufen und kann letztere bei Senkung des Tubus bis an den epithelialen Trichter verfolgen, der sich als Haarscheide in die Tiefe senkt. Die übrigen an die Haare herantretenden Nerven sieht man unter diesen Bedingungen nicht. Kalkwasser. Chlorgold. Hartn. S. 7. Oc. 3.

Tafel II.

Fig. 5. Tasthaare des Mauseohrs. Man sieht vielfache Theilungen der Nervenfasern die z. Th. an dem Haarkeim *(a)* vorbeistreichen und sich in der Tiefe zwischen Haarbalg und Talgdrüsen verlieren; bei *b* verliert eine Nervenfaser ihre Myelinscheide hart an der Talgdrüse und kann nicht weiter verfolgt werden. Chlorgold nach Cohnheim. Hartn. S. 8. Oc. 3. Man vergleiche in Bezug auf den Nervenreichthum die Haarbälge der Rückenhaut in Fig. 3.

Fig. 6. Tasthaar des Mauseohrs. Haar mit Haarscheide und Talgdrüsen entfernt. Man sieht die Nerven sich theilen, ihre Myelinscheide verlieren und die Axencylinder in einzelne Fibrillen zerfallen, die pinselförmig in die Glashaut ausstrahlen und bis an den freien Rand der letzteren zu verfolgen sind. Kalkwasser. Chlorgold. Hartn. Immersion Nr. 11.

Fig. 7. Tasthaar des Mauseohrs. Man kann die Nerven bis zwischen die Talgdrüsenstellen verfolgen. *a.* Talgdrüse. *b.* Glashaut. Kalkwasser. Chlorgold. Immersion Nr. 11.

Fig. 8. Tasthaar des Mauseohrs. Haar nebst Haarscheide entfernt. Einmündungsstelle der Talgdrüsen. Die runden Kerne der Drüsenzellen wie in Fig. 7 schön roth gefärbt, die Zellgrenzen nicht zu sehen. Die herantretenden Nerven verlieren ihre Myelinscheide und bilden Netze zwischen den Drüsenzellen. Kalkwasser. Chlorgold. Immersion Nr. 11.

Fig. 9. Tasthaar des Mauseohrs. Haar und Haarscheide entfernt. Bei *a. a.* sieht man myelinhaltige Nervenfasern an den Haarbalg herantreten; die Axencylinder theilen sich vielfach und verlaufen z. Th. bogenförmig bis an die Glashaut, hier treten sie in die Rinnen der Glashaut und verdicken sich scheinbar, weil in diesen feinen Falten


a
a
b
b
c
d
d
d
b
d

Arnstein. Die Nerven (

Taf. II.

Fig. 5.

b

a

Fig. 10.

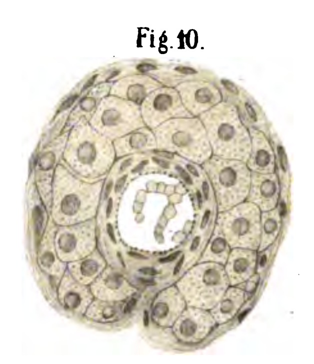


Fig 11.



Fig 13.



Gez. v. Verf. lith. v. F. Schima.

Druck v. Jos. Wagner

das Gold sich niederschlägt. In dieser Figur, wie in Fig. 6, ist der Zusammenhang der feinen Fäden an der Glashaut mit den myelinhaltigen Nerven nur an der Partie der Glashaut zu sehen, die ihre Fläche dem Beobachter präsentirt, während der freie (untere Rand der Glashaut nur die optischen Querschnitte der Rinnen, resp. der in ihnen gelegenen Nervenfäden zeigt. Die Fäden an der Glashaut erscheinen überall mehr oder weniger perspectivisch verkürzt, weil die Glashaut einen nach oben und unten offenen abgestutzten Kegel bildet, dessen unterer freier Rand in dem Präparat nach oben sieht, und dessen oberer (in dem Präparate unterer) Rand mit dem Halse der Haartasche in Eins zusammenfliesst; bei *b*. wird der Rand der Glashaut von dem bindegewebigen Sack z. Th. verdeckt. Die Kerne gehören, wie in Fig. 6, zum grössten Theile dieser bindegewebigen Hülle, die durch sackförmige Erweiterung der Nervenscheide *c*, *c* entstanden ist. Die runden Kerne gehören den Drüsenzellen. Kalkwasser. Chlorgold. Immersion Nr. 11.

Fig. 10 u. 11. Tasthaare des Mauseohrs. Talgdrüsen, Haarscheide und Haar (in Fig. 11) erhalten. Die Lage der Glashaut ist durch schwarze kreisförmig gestellte Punkte markirt, — die optischen Querschnitte der Rinnen mit den in ihnen gelegenen Nervenfäden. Der bindegewebige Sack, in dem die Haarscheide und die Talgdrüsen liegen, ist durch die dunkelroth gefärbten oblongen Kerne gekennzeichnet, während die Drüsenzellen grössere, kugelrunde Kerne besitzen. Kalkwasser. Chlorgold. Hartn. S. 8. Oc. 3. Tubus ausgezogen.

Fig. 12. Intraepitheliales Nervennetz des Mauseohrs mit sternförmigen Körpern, in Verbindung mit subepithelialen kernhaltigen Nervenfasern *a*. — Kalkwasser. Chlorgold. Cyankali. S. 7. Oc. 3.

Fig. 13. Kaninchenohr vordere (der Schnauze zugekehrte) Hautlamelle, rasirt 24 Stunden vor dem Tode. Aus einer Partie, in der die Wanderzellen weniger dicht lagen. Zwischen den Epithelzellen sieht man dunkel gefärbte Wanderzellen von verschiedener Form. Chlorgold. Hartn. S. 7. Oc. 3.

Tafel III.

Fig. 14. Kaninchenohr rasirt 24 Stunden vor dem Tode. Das Präparat liegt mit der Epithelfläche nach unten. Nervenplexus und Wanderzellen im Corium. Gefässe und Haarbälge in der Zeichnung fortgelassen. Camera lucida. Schwache Vergrösserung. Chlorgold.

Fig. 15. Kaninchenohr rasirt 24 Stunden vor dem Tode. Capillaren und Übergangsgefässe mit Wanderzellen, resp. emigrirten Blutzellen gepflastert; bei *u*. konnte man sich bei scharfer Einstellung über-

zeugen, dass das weisse Blutkörperchen im Lumen des Gefässes lag. Bei *b*. steckte das Körperchen in der Gefässwand. Chlorgold. Hartn. S. 7. Oc. 3.

Fig. 16. Mauseohr. Lymphcapillaren in Verbindung mit Nervenscheiden und leere Haarbälge mit feingestrefter Glashaut. — Bei *a*. sieht man ein Nervenstämmchen gegen den Haarbalg ziehen; die Nervenscheide erweitert sich sackförmig und geht in den Haarbalg über; *b*, *b*, netzförmig angeordnete Lymphcapillaren, die bei *c*, *c* mit Nervenscheiden in Verbindung treten. Links ist der grösste Theil der Nervenstämmchen zerrissen, um das Netz der Lymphcapillaren zu zeigen; *d*, *d*, Nervenstämmchen. Die rosenkranzförmigen Lymphgefässe, die in diesem Präparat sehr relief hervortreten, sind in der Zeichnung fortgelassen. Kalkwasser. Chlorgold. — Gundlach. S. 3. Camera lucida.

Fig. 17. Flughaut der Fledermaus. Tasthaar nebst Talgdrüsen und Nerven; letztere verlieren ihre Myeliascheide in der Nähe der Talgdrüsen und verschwinden grösstentheils in dem Raum zwischen Drüsen und Haarbalg. Essigsäure und Osmium. Hartn. S. 8. Oc. 3.

Fig. 18. *a* und *b*. Zwei Endkolben aus der Flughaut der Fledermaus. Der Endkolben *a* liegt in einem Lymphraum, dessen Wände continuirlich in die äussere Scheide der zutretenden Nervenfasern übergehen. Man kann eine myeliahaltige und zwei blasse kernhaltige Fasern unterscheiden. In dem Kolben selbst sind varicöse Fibrillen zu sehen. Eine von den zutretenden Nervenfasern liegt im Lymphraum und theilt sich gabelförmig. In den Endkolben *b* treten zwei Nervenfasern, eine myeliahaltige und eine blasse, kernhaltige. Die eine Nervenfaser endigt scheinbar hackenförmig. Essigsäure. Osmium. Hartn. Nr. 11.

Über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Athmung und Blutkreislauf.

Von Prof. Dr. **Philipp Knoll.**

Einleitung und erste Mittheilung.

(Mit 3 Tafeln.)

Einleitung.

Es ist eine natürliche Folge der Dürftigkeit unserer gesammten Therapie, dass eine jede wirkliche Bereicherung unserer Heilmittellehre eine kleine Sündfluth von Publicationen über das neue Mittel nach sich zieht. Ein so kolossales Anschwellen der medicinischen Literatur, wie die Anästhetica Äther und Chloroform es veranlassten, dürften aber wohl nur wenige andere therapeutische Agentien verschuldet haben.

Klencke führt in den Canstattischen Jahresberichten für das Jahr 1847 nicht weniger als 284 Artikel aus diesem Jahre über die Anwendung der Narkose durch Äther und Chloroform in der Medicin an, und die Literatur über diesen Gegenstand aus den zunächst darauf folgenden Jahren ist kaum minder umfangreich. Es spricht dies für die Begeisterung, mit welcher damals in der ärztlichen Welt die wunderbaren Mittel begrüsst wurden, welche gestatten die schwersten und längst dauernden Operationen am Menschen zu vollführen, ohne dass demselben dabei die Erregung von sensiblen Nerven zum Bewusstsein kommt, und Unruhe und Widerstand von seiner Seite veranlasst. Und doch war die anästhesirende Wirkung des Äthers schon lange vor dem Jahre 1847 bekannt. Pearson berichtet schon im Jahre 1795, dass er die schmerzstillende Wirkung des Äthers in vereinzelten Krankheitsfällen verwerthet habe, und in den Schriften von

Orfila, Brodie und Giacomini ist die durch den Äther veranlasste Anästhesie ausdrücklich hervorgehoben. Ja selbst als Anästhesicum zu operativen Zwecken war der Äther bereits vor dem Jahre 1847 durch W. C. Long, einen Arzt aus Athen, verwendet worden[1]. Es war aber dem mehr geschäftsmännischen Geiste und der grösseren Rührigkeit zweier Amerikaner, des Arztes und Chemikers Jackson und des Zahnarztes Morton vorbehalten, dem Äther zu einer durchschlagenden Anerkennung in der Chirurgenwelt zu verhelfen. Beide verbanden sich zu diesem Zwecke im Jahre 1846 miteinander. Morton verwendete den von Jackson dargestellten Äther erst bei zahnärztlichen Operationen, vermochte dann einen Chirurgen dazu, einen Versuch mit demselben bei einer grösseren Operation zu machen, und nahm im October 1846 im Verein mit Jackson ein Patent auf die Anwendung des Äthers als Anästheticum. Zu Beginn des Jahres 1847 wurden dann in Paris von Malgaigne und Velpeau Operationen in der Äthernarkose vollzogen, und von da an gelangte der Äther rasch in allen Operationssälen zur Anwendung. Zwar fehlte es nicht an Gegnern der Narkose überhaupt. So erklärte sich Magendie gegen die Verwendung des Äthers: „weil es unwürdig und unmoralisch sei, den Menschen in den bewusstlosen Zustand zu versetzen,“ und die englischen Bibel-Christen wehrten sich gegen die Einführung der Narkotika in die Geburtshilfe, weil es in der Bibel heisst: „Du sollst Kinder in Schmerzen gebären.“ Begreiflicherweise konnten aber solche Einwendungen die Ärzte nicht vom Gebrauche des Äthers zurückhalten, und es war nur die Entdeckung eines rascher und sicherer anästhesirenden Mittels, nämlich des Chloroform, was den Äther schon im Jahre 1848 beinahe vollständig wieder aus den Operationssälen verdrängte.

Dass das Chloroform rascher und intensiver narkotisirt als der Äther, hatte Flourens im Laufe des Jahres 1847 bei Thierversuchen gelegentlich entdeckt, ohne Gewicht auf diese Thatsache zu legen. Simpson war es vorbehalten, das Chloroform zu Ende desselben Jahres zuerst beim Menschen zu verwenden,

---

[1] Cl. Bernard: Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie p 40.

und die Aufmerksamkeit der Chirurgen auf dasselbe zu lenken. Fast allseits wurde von da ab dem Chloroform behufs Anästhesie zu operativen Zwecken der Vorzug gegeben, und es waren bald nur noch die Chirurgenschule von Lyon und vereinzelte Chirurgen in England und Amerika als treue Anhänger der Ätherisation von der grossen Schaar begeisterter Verehrer des Äthers übrig geblieben. Indess erweckte in späterer Zeit die nicht unbeträchtliche Zahl von Todesfällen, welche bei der Chloroformisation zur Beobachtung kam, auch in weiteren Kreisen Bedenken gegen die Verwendung des Chloroform. So zog man denn in England und Amerika zuerst in allgemeinerer Weise ein Gemenge von Äther und Chloroform in Gebrauch, und rühmte diesem eine viel geringere Gefährlichkeit nach, als dem reinen Chloroform zugeschrieben werden muss. Im Jahre 1866 aber erhoben Petrequin und Burin du Buisson im Namen der Lyoner Chirurgenschule ihre Stimme mit Nachdruck zu Gunsten der Verwendung reinen Äthers zur Herbeiführung von Narkosen, indem sie, gestützt auf eine mehr als fünfzehnjährige Erfahrung, den Äther als ein treffliches und ganz unschädliches Anästheticum anpriesen. Seitdem vollzieht sich in der ganzen Chirurgenwelt allmählig wieder ein Umschwung zu Gunsten des Äthers, und in Amerika und England hat augenblicklich die reine Ätherisation schon wieder einen grossen Anhang gewonnen.

Erfahrungen über die grosse Differenz in der Wirkung von Äther und Chloroform auf den Respirationsapparat, welche ich gelegentlich an Thieren mit durchschnittenen Halsvagis machte, die Chloroform- oder Ätherdämpfe durch eine Trachealfistel athmeten, bestimmten mich zu einer grösseren Reihe von Parallelversuchen über die Wirkung von Chloroform und Äther auf den Respirations- und Circulationsapparat. Der Umstand, dass die bei der Chloroforminhalation eintretenden Todesfälle, und wahrscheinlich auch die wenigen bei der Äthernarkose beobachteten Todesfälle auf Synkope oder Erlöschen der Athembewegung zurückgeführt werden müssen, macht die innigen Beziehungen solcher Versuche zu der gerade wieder lebhaft ventilirten Frage, ob die Ätherisation oder die Chloroformisation vorzuziehen sei, zur Genüge klar. Es sind also Fragen von eminent praktischer Bedeutung, die in den nachfolgenden Mittheilungen behandelt

werden sollen, Fragen, zu deren eingehender Bearbeitung ich mich um so mehr bewogen fühlte, als dieselben, so weit ich ermitteln konnte, einer eingehenderen experimentellen Untersuchung bisher noch nicht zum Gegenstande dienten [1].

Wohl liegt eine stattliche Reihe von Untersuchungen und Beobachtungen an Menschen und Thieren vor, die sich auf die Veränderungen von Respiration und Circulation bei der Inhalation von Äther- oder Chloroformdämpfen beziehen. Allein alle diese Beobachtungen und Untersuchungen lassen theils wichtige Fragen ganz unberührt, theils bringen sie ebenso wichtige Fragen nicht zu unanfechtbarer Entscheidung. Speciell die Frage: Welches der beiden Narkotika intensiver auf Athmung und Kreislauf wirkt, fand ich in keiner jener Untersuchungen vom experimentellen Standpunkte aus eingehender behandelt.

Indem ich nunmehr dazu schreite darzuthun, was für Angaben über die Veränderungen von Kreislauf und Athmung bei der Inhalation von Äther- und Chloroformdämpfen bei Beginn meiner Untersuchungen über diesen Gegenstand vorlagen, um hieraus die Hauptaufgaben meiner eigenen Untersuchungen zu deduciren, muss ich ausdrücklich hervorheben, dass die Masse des Materiales es nothwendig macht, nur die wichtigsten dieser Angaben zu berücksichtigen. Zur besseren Übersicht des auch dann noch ziemlich umfangreichen Stoffes will ich jene Angaben in drei Gruppen bringen, in deren einer die Veränderung in der Zahl und Beschaffenheit der Athemzüge besprochen werden soll, während in der zweiten Gruppe die Veränderung des Herzschlages und in der dritten die Veränderung im Blutdrucke in den arteriellen Gefässen berücksichtigt werden muss.

Die aus dem ersten Jahre der Ätheranwendung in Europa, aus dem Jahre 1847 stammenden Angaben über die Einwirkung des Äthers auf die Respiration, führen übereinstimmend aus,

[1] Die einzige auf diese Angelegenheit sich beziehende experimentell begründete Angabe, die ich zu finden vermochte, ist eine auf eine sehr kleine Anzahl von Thierversuchen sich stützende Bemerkung Vierordt's (Archiv für physiologische Heilkunde, 1856, p. 272): „dass der Äther entschieden geringere Alterationen des Kreislaufsapparates setzt als das Chloroform.“

dass man bei der Äthernarkose bei Menschen und Thieren zwei Stadien zu unterscheiden habe, ein erstes Stadium, in welchem die Frequenz der Athemzüge zunimmt, und ein zweites Stadium, in welchem die Frequenz wieder abnimmt und die einzelnen Athembewegungen oberflächlicher werden, bis die Athembewegung, wenn die Ätherinhalationen nicht sistirt werden, endlich ganz erlischt. Dieselben Erscheinungen in derselben Reihenfolge hat man sodann später bei den Chloroforminhalationen beobachtet. Bezüglich dieser wurde nachher noch hinzugefügt, dass in dem zweiten Stadium der Chloroformwirkung häufig Unregelmässigkeiten in der Athmung, namentlich zeitweise Athemstillstände zu beobachten sind [1].

Scheinesson [2] hat ausserdem noch bei Kaninchen auf diese Athemstillstände rasch vorübergehende Perioden neuerlicher Beschleunigung der Athmung im zweiten Stadium der Chloroformwirkung folgen sehen.

Eine auffallende Beobachtung machte Bouisson im Jahre 1850 [3]. Er fand nämlich, dass bei Thieren mit durchschnittenen Halsvagis die Respiration bei Chloroforminhalation weit rascher erlischt, als bei Thieren mit unverletzten Halsvagis. Gelegentlich auf andere Punkte sich beziehender experimenteller Untersuchungen machten Snellen und Rosenthal [4] dieselbe Beobachtung, und fanden ausserdem noch, dass Kaninchen mit durchschnittenen Halsvagis Äther sehr gut vertragen. Eine sehr wesentliche Erweiterung erfahren unsere Kenntnisse über die Veränderungen der Athmung bei Chloroforminhalationen durch die Mittheilungen von Holmgren [5]. Dieser beobachtete

[1] Lallemand: Recherches expérimentales sur les moyens à employer contre les accidents déterminés par les inhalations de chloroforme. L'union médicale, Nr. 8—13.

[2] Untersuchungen über den Einfluss des Chloroforms auf die Wärmeverhältnisse des thierischen Organismus und den Blutkreislauf. Archiv der Heilkunde, 1869, p. 182.

[3] Traité théoretique et pratique de la méthode anesthésique apliquée à la chirurgie. Paris, 1850.

[4] Rosenthal: Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus, p. 28, Anmerkung.

[5] On chloroforms werkning paa kanien. Upsala Läk. Sällsk. Handl. Bd. II, Nr. 3.

bei Kaninchen, wenn er dieselben Chloroform durch die Nase einathmen liess, einen Stillstand der Athmung in Exspirationsstellung, von welchem aus die Athembewegung durch eine Anzahl verlangsamter Athemzüge allmählig wieder zu der früheren Frequenz überging. Dieser exspiratorische Stillstand war auch bei Thieren zu beobachten, denen die Halsvagi vorher durchschnitten worden waren, konnte aber bei Kaninchen, deren Trigemini man in der Schädelhöhle durchtrennt hatte, nicht mehr hervor gerufen werden. Holmgren deducirt daraus, dass es sich um einen durch die sensiblen Enden des Trigeminus in der Nase und die motorischen Nerven des Respirationsapparates vermittelten Reflex handelt. Leitete Holmgren Chloroformdämpfe nicht durch die Nase, sondern durch eine Trachealfistel zu den Lungen, so sah er die Athembewegungen sich allmählig beschleunigen und an Tiefe abnehmen, und endlich vollständig erlöschen, ohne dass eine Verlangsamung der Respiration vorhergegangen wäre. Er hält diese Erscheinung der Hauptsache nach für eine Folgeerscheinung der Aufnahme von Chloroform in's Blut, und hiedurch bedingte secundäre Wirkung auf das Nervensystem. Doch glaubt er eine directe Erregung der Endigungen des Vagus in den unteren Luftwegen durch die Chloroformdämpfe darum nicht ganz ausschliessen zu können, weil er bei Thieren, denen man die Vagi vorher durchschnitten, nicht eine stetig zunehmende, sondern von vornherein eine gleichmässige Beschleunigung der Athmung wahrgenommen.

Ohne Kenntniss der Mittheilungen von Holmgren angestellte Untersuchungen Kratschmer's[1] brachten eine vollständige Bestätigung der Angaben über den Reflex auf die Athmung bei Inhalation von Chloroformdämpfen durch die Nase. Es ergab sich übrigens aus den Beobachtungen Kratschmer's, dass eine grössere Reihe von leicht verdunstenden Flüssigkeiten, und unter anderem auch der Äther ganz dieselbe Wirkung in Bezug auf diesen Punkt herbeiführt wie das Chloroform. Ferner führte Kratschmer aus, dass sich bei Thieren mit intacten Vagis zum Stillstand der Athmung in Exspirationsstellung ein

---

[1] Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf. Sitzungsbr. der Wiener Akademie. II. Abth., Juni-Heft, Jahrg. 1870.

krampfhafter Verschluss der Stimmritze gesellt, der so lange anhält, bis das Versuchsthier wieder die erste Inspiration macht. Bei Thieren mit durchschnittenen Halsvagis ist begreiflicherweise dieser Glottiskrampf nicht zu beobachten.

Die Veränderungen in der Athembewegung, welche bei Einwirkung von Chloroform- und Ätherdämpfen auf die unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwege auftreten, habe ich, ohne vorher die bezüglichen Angaben Holmgren's zu kennen, einer eingehenderen Untersuchung unterzogen, deren Endresultate nicht unwesentlich von denen abweichen, die Holmgren erlangt hat [1]. Zunächst konnte ich mit Sicherheit constatiren, dass unter den oben erwähnten Verhältnissen bei Kaninchen mit intacten Vagis ein Reflex auf die Athmung eintritt, der sich in einer beträchtlichen Beschleunigung und Abflachung der Athembewegungen, zuweilen sogar in einem kurzen Stillstand der Athembewegung bei Tiefstand des Zwerchfelles ausspricht. Bei Thieren, denen man die *Nervi recurrentes* tief unten am Halse durchschnitten hat, tritt diese Erscheinung gleichwohl auf. Durchschneidung der Halsvagi selbst aber bedingt den Wegfall derselben.

Beim Einathmen von Äther tritt dieser Reflex immer in schwächerem Maasse auf, als beim Einathmen von Chloroform. Diese Differenz in der Wirkung beider Substanzen spricht sich auch darin aus, dass bei Thieren mit intacten Vagis, welche schon lange Ätherdämpfe durch eine Trachealfistel eingeathmet haben, so dass alle Reflexwirkungen des Äthers auf die Athmung bereits verschwunden sind, die Zuleitung von Chloroformdämpfen zu den unteren Luftwegen den beschriebenen Reflex auf die Athmung in voller Deutlichkeit wieder zum Vorschein bringen kann. Ich habe in jenen Mittheilungen ferner bemerkt, dass die Zuleitung jener Dämpfe zu den unteren Luftwegen bei Thieren mit durchschnittenen Halsvagis immer erst nach mehreren Athemzügen eine deutliche, von jener Reflex-Erscheinung wesentlich abweichende Veränderung der

---

[1] Über Reflexe auf die Athmung bei Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen. Sitzungsb. der Wiener Akademie. III. Abth., December-Heft, Jahrg. 1874.

Athmung herbeiführt, deren Beschreibung und Deutung ich einer späteren Publication vorbehielt.

Die Angaben über die Veränderungen, welche der Herzschlag bei der Inhalation von Äther- oder Chloroformdämpfen erleidet, stehen mit jenen bezüglich der Respiration insoferne in Übereinstimmung, als auch bezüglich des Herzschlages bei der Äther- und Chloroformnarkose bei Menschen und Thieren zwei Stadien unterschieden werden: ein erstes Stadium der Excitation, in welchem der Herzschlag stärker und frequenter sein soll, und ein zweites Stadium der Depression mit allmähligem Schwächer- und Langsamerwerden desselben. Lallemand (l. c.) sah in dem letzten Stadium häufig Unregelmässigkeiten des Herzschlages auftreten, namentlich Ausfallen mehrerer Herzschläge. Übereinstimmend wird berichtet, dass der Herzschlag bei verlängerten Chloroform- und Ätherinhalationen endlich vollständig erlischt, doch behaupten die meisten Autoren ausdrücklich, dass der Herzschlag immer später erlischt, als die Respiration.

Dogiel[1] beobachtete bei Kaninchen, die Äther oder Chloroform durch die Nase athmeten, eine andere Reihenfolge von Erscheinungen am Herzschlage. Er sah unter diesen Verhältnissen im sogenannten ersten Stadium den Herzschlag sich beträchtlich verlangsamen, ja selbst längere Zeit vollständig aussetzen, während im zweiten Stadium die Herzbewegung sich beträchtlich beschleunigte, dann wieder in einen kurzen Stillstand verfiel und nach einer kleineren oder grösseren Zahl von auf diesen Stillstand folgenden Schlägen dauernd erlosch. Die Verlangsamung und den Stillstand des Herzens im ersten Stadium konnte er nach Durchschneidung der Halsvagi nicht mehr beobachten. Er zieht aus einer Reihe von Versuchen weiter den Schluss, dass diese Veränderung des Herzschlages reflectorisch, und zwar nicht durch die Reizung der *N. olfactorius, trigeminus, laryng. superior* und *inferior*, sondern durch die Lunge bewirkt wird.

Dass die zuletzt angeführte Ansicht Dogiel's eine irrthümliche sei, erwiesen spätere Versuche Holmgren's (l. c.), aus denen hervorgeht, dass die Verlangsamung und der Stillstand

---

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrg. 1866, p. 236 u. 415.

des Herzschlages bei Kaninchen, welche Chloroform durch die Nase athmen nicht mehr zu beobachten ist, wenn man denselben die Vagi am Halse oder die Trigemini in der Schädelhöhle vorher durchschnitten hat, dass also jener Reflex durch Vagi und Trigemini vermittelt wird.

Bei Kaninchen, welche Chloroformdämpfe durch eine Trachealfistel athmen, sah Holmgren gar keine Verlangsamung des Herzschlages eintreten, sondern sofort eine Beschleunigung und Abschwächung desselben, welche endlich zu vollständigem Erlöschen der Herzbewegung führte.

Kratschmer's Untersuchungen (l. c.) stehen in voller Übereinstimmung mit den Angaben Holmgren's bezüglich des Reflexes auf den Herzschlag. Kratschmer erwähnt aber bei seinen diesbezüglichen Mittheilungen nebenbei noch, dass er bei Kaninchen mit durchschnittenen Halsvagis nach der Inhalation von Chloroform und anderen flüchtigen Substanzen durch die Nase häufig Unregelmässigkeiten in der Pulscurve beobachtet habe, welche von den Veränderungen der Pulscurve nach reflectorischer Vagusreizung meistens deutlich verschieden seien, von ihm aber vorläufig nicht gedeutet werden könnten.

Ich habe später diese nach der Vagussection bei Kaninchen und Katzen bei Inhalation von Chloroform und Äther durch die Nase auftretenden Unregelmässigkeiten des Herzschlages näher untersucht, und in einer in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Abhandlung [1] dargelegt: „dass dieselben in einem mannigfaltigen Wechsel zwischen kräftigen, abortiven und vorzeitig eintretenden Herzschlägen bestehen, und Folge einer reflectorisch von der Nasenschleimhaut ausgelösten Erregung der vasomotorischen Nerven und hiedurch herbeigeführten Steigerung des intracardialen Druckes sind“. Ich habe ferner ebendaselbst mitgetheilt, dass unter den oben angegebenen Umständen, also bei durchschnittenen Vagis, nach Reizung der Nasenschleimhaut eine allmählig zunehmende mässige Verlangsamung des Herzschlages zu beobachten ist, welche weder zu der Grösse der Blutdrucksteigerung

[1] Jahrg. 1872, III. Abth., Juli-Heft.

noch zu der erreichten absoluten Höhe des Blutdruckes in einem constanten Verhältnisse steht, und selbst dann eintreten kann, wenn durch einen vorangegangenen Eingriff, das Zustandekommen einer deutlichen Blutdrucksteigerung auf Reizung der Nasenschleimhaut verhindert wird. Diese Verlangsamung verschwindet bei dem Absinken des Blutdruckes immer allmählig und zwar so, dass sich häufig noch eine Spur derselben findet, wenn der Blutdruck schon ganz wieder auf seine ursprüngliche Höhe herabgegangen ist.

Aus den eben erörterten Umständen muss gefolgert werden, dass diese regelmässige Verlangsamung des Herzschlages wenigstens nicht ausschliesslich durch eine gleichzeitige Steigerung des intracardialen Druckes bedingt sein kann. Ich habe ausserdem noch erwiesen, dass eine etwaige gleichzeitige Abänderung der Athembewegungen nicht in's Spiel kommt — konnte aber die Grundursache dieser Erscheinung nicht ermitteln.

Die ersten Beobachtungen über die Veränderungen, welche der Blutdruck in den arteriellen Gefässen bei Inhalation von Äther oder Chloroform erleidet, stammen von Lenz[1], der bei Kälbern, denen er Chloroform in den Magen injicirte, ein beträchtliches Absinken des Blutdruckes eintreten sah. Zugleich bemerkte er, dass die Athemschwankungen der Blutdruckcurve abnehmen und bei hohem Grade der Narkose ganz unkenntlich werden. Brunner machte, gelegentlich einer Untersuchung über die Spannung des ruhenden Blutes im lebenden Thiere[2] eine ähnliche Beobachtung bei durch Chloroforminhalationen narkotisirten Hunden. Eingehender wurde das Verhalten der Blutdruckcurve bei Hunden, die Äther oder Chloroform inhalirten, unter Vierordt's Leitung von Gall[3] studirt. Es ergab sich dabei, dass sowohl bei der Chloroform-, als bei der Ätherinhalation nach einer vorübergehenden, anscheinend durch eine starke Unruhe des Versuchsthieres bedingten Steigerung des arteriellen

---

[1] Experim. de ratione inter pulsusfrequentiam, sanguinis pressionem et sanguinis fluentis celeritatem. Inaugural-Dissertation. Dorpat, 1853.

[2] Zeitschrift für rationelle Medicin. 1854, V. Bd. p. 350.

[3] Die Spannung des Arterienblutes in der Äther- und Chloroformnarkose. Tübingen, 1856.

Mitteldruckes eine starke Drucksenkung zu beobachten ist, die bei Chloroforminhalation bis zum Eintritt des Todes stetig wächst.

Bei Inhalation von Äther war das Sinken des Blutdruckes im Ganzen nur mässig; bei Chloroforminhalationen trat die Senkung rascher ein und war bedeutender als bei Ätherisation. Die auf der Blutdruckcurve verzeichneten Pulswellen liessen keine constanten Veränderungen erkennen.

Im Jahre 1864 wurden die Beobachtungen über Erniedrigung des Blutdruckes bei Chloroforminhalation durch Untersuchungen einer Commission der royal medical and chirurgical society bestätigt. Am eingehendsten hat sich aber bisher mit diesem Gegenstande Scheinesson[1] beschäftigt, und dabei auch bei Kaninchen ein beträchtliches Absinken des Blutdruckes in den Arterien, niemals aber eine primäre Drucksteigerung beobachtet. Auf seine Versuche den Grund dieser Blutdruckserniedrigung zu ermitteln, werden wir später noch ausführlich zurückkommen müssen.

Kratschmer endlich (l. c.) weist darauf hin, dass bei der Inhalation von Chloroform oder Äther durch die Nase ein Reflex auf die vasomotorischen Nerven zu Stande kommt, der bei durchschnittenen Halsvagis in einem beträchtlichen Ansteigen des Blutdruckes in den Carotiden sich ausprägt, bei intacten Halsvagis aber daran zu erkennen ist, dass trotz sehr bedeutender Verlangsamung des Herzschlages der Blutdruck nicht absinkt, ja oft sogar etwas ansteigt. Wie aus meiner vorherigen Mittheilung schon hervorgeht, konnte ich diese Angaben Kratschmer's vollinhaltlich bestätigen.

Neben den bisher angeführten Versuchen und Beobachtungen, welche darauf gerichtet waren, die Beschaffenheit der bei Chloroform- und Ätherinhalationen eintretenden Veränderungen in der Athembewegung, dem Herzschlage und dem Blutdrucke zu ermitteln, ist noch eine Reihe von Untersuchungen zu berücksichtigen, welche den eigentlichen Grund jener Erscheinungen aufhellen sollten.

---

[1] Untersuchungen über den Einfluss des Chloroforms auf die Wärmeverhältnisse des thierischen Organismus und den Blutkreislauf. Archiv der Heilkunde, 1869.

Frühzeitig schon wurde hervorgehoben, dass die Veränderungen der Athmung bei Chloroformisation oder Ätherisation manche Ähnlichkeit mit den Erscheinungen bei der Erstickung darbieten, zugleich aber auch darauf hingewiesen, dass in dem letzteren Falle die Verarmung des Blutes an Sauerstoff, in dem ersteren Falle aber eine directe Einwirkung des Äthers oder Chloroforms auf das Nervensystem den eigentlichen Grund der Erscheinungen bilde.

Besonders nachdrücklich wurde dies für das Chloroform betont, bei dessen Einwirkung das Arterienblut seine arterielle Farbe, und, wie man meinte, damit auch seine arterielle Beschaffenheit bewahren sollte, während dagegen zugegeben wurde, dass bei Ätherinhalationen das Arterienblut wirklich, wie Amussat [1] zuerst behauptete, die bläuliche Färbung des Erstickungsblutes annehme.

In späterer Zeit machte sich aber doch die Ansicht geltend, dass die Erscheinungsreihe bei Inhalation von Chloroformdämpfen im Wesentlichen auf einen gestörten Gaswechsel in den Lungen zurückzuführen sei.

Faure [2] glaubte nämlich aus Beobachtungen an gefässhaltigen Membranen schliessen zu müssen, dass das Chloroform bei Inhalation in den Lungen zuerst eine Ausdehnung der Gefässe, dann einen Stillstand der Circulation und eine je nach der Intensität der Einwirkung verschiedengradige Coagulation des Blutes in den Lungencapillaren herbeiführe. Die hiedurch verursachte, mehr oder weniger ausgeprägte Störung im Gaswechsel in den Lungen sei die Veranlassung aller anderen Folgeerscheinungen bei der Chloroforminhalation, namentlich auch der Anästhesie. Die Aufnahme von Chloroform in das Blut läugnet Faure.

Diese Ansicht hat jedoch niemals grossen Anklang gefunden, und Cl. Bernard hatte keinerlei Schwierigkeit, dieselbe, was die Aufnahme von Chloroform in's Blut betrifft [3], zu widerlegen. Weniger überzeugend ist jedoch die Beweisführung für seine Behauptung, dass Erstickungserscheinungen bei der Chloroformisa-

---

1 Compt. rend. T. 25, p. 804.

2 Archives générales, Juin – Novembre 1858, und Mai 1867.

3 L. c. p. 86–90.

tion nur als zufällige Nebenerscheinungen zu betrachten sind [1], welche der Art des Vorganges bei der Chloroformisation zugeschrieben werden müssten. Seine und Bernstein's [2] Versuche an Fröschen liefern wohl den Beweis, dass die Erscheinungen der Anästhesie auf eine Einwirkung des Chloroforms auf die Nerven-Centren zurückzuführen sind, und Bernstein wies durch Versuche an Salzfröschen, die auf dem Wege der Diffusion durch die Haut immer noch, wenn auch nur langsam, betäubt werden konnten, ausserdem noch nach, dass durch das Chloroform bewirkte Blutveränderungen wenigstens nicht allein bei dieser Einwirkung auf das Nervensystem im Spiel sein könnten. Allein damit ist die Möglichkeit noch nicht ausgeschlossen, dass gerade der veränderte Erregungszustand des Athemcentrums bei der Chloroformisation ausschliesslich, oder wenigstens theilweise darauf zurückgeführt werden müsse, dass das chloroformhaltige Blut, in Folge von Veränderungen der farbigen Blutkörperchen durch das Chloroform, Eigenschaften des Erstickungsblutes annehme. Um Sicherheit in Bezug auf diesen Punkt zu gewinnen, ist es vor allem nothwendig, die Athemcurve bei der Chloroform- oder Ätherinhalation mit Ausschluss aller Reflexe von der Nase oder den unteren Luftwegen aus zu studiren, und mit der Athemcurve bei der Erstickung zu vergleichen. Die ganz allgemeinen Angaben über die Veränderungen der Athmung bei der Chloroform- oder Äthernarkose, welche zudem die erwähnten Reflexe gar nicht in Rechnung ziehen, sind in dieser Richtung ganz ungenügend.

Aber auch die Mittheilungen Holmgren's über die Veränderungen der Athmung bei Kaninchen mit durchschnittenen Halsvagis, welche Chloroform durch eine Trachealfistel athmen, gingen viel zu wenig in das Detail dieser Veränderungen ein, und bedürfen noch viel zu sehr einer erneuten experimentellen Prüfung, als dass man die oben aufgeworfene Frage danach entscheiden könnte.

Von den Veränderungen, welche die Herzbewegung bei der Chloroform- oder Ätherinhalation erleidet, zog anfangs das

---

1 L. c. p. 94—96.

2 Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, 1870, p. 281 ff.

Erlöschen der Herzbewegung die Aufmerksamkeit der Forscher fast ausschliesslich auf sich. Es erhob sich ein langer und lebhaft geführter Streit über die Ursachen der eintretenden Herzparalyse, in dem sich zwei Ansichten besonders geltend machten. Nach der einen Ansicht sollte das Erlöschen der Herzbewegung lediglich secundärer Natur sein, und dadurch bedingt werden, dass sich Chloroform und Äther im Gehirn und Rückenmarke anhäufen und auf diese Weise deren Function vernichten. Wie dabei die Herzparalyse durch das centrale Nervensystem herbeigeführt werden soll, bleibt völlig unerörtert. Diese wie man sieht ziemlich unklare Ansicht, wurde vorzugsweise vertreten durch Jobert [1], Robert [2] und durch Lallemand [3]. Dem gegenüber aber machte sich schon frühzeitig die Anschauung geltend, dass das Erlöschen der Herzbewegung Effect einer die Herzmusculatur direct lähmenden Einwirkung des mit Chloroform gesättigten Blutes auf das Herz sei. Als erster Vertreter derselben ist Snow [4] zu nennen, der seine Ansicht durch Versuche begründete, welche erwiesen, dass directer Contact von Chloroformdämpfen mit dem schlagenden Herzen von Versuchsthieren die Herzthätigkeit zu sistiren vermag.

Gosselin und M. Coze bestätigten diese Beobachtung für das Herz der Kaltblüter, während Demarquay Kaninchenherzen in einer Chloroformatmosphäre gerade so lange weiter schlagen sah, wie in reiner Luft.

Faure [5] gibt dagegen an, dass auch die Herzthätigkeit warmblütiger Thiere sistirt wird, und zwar nach der angewendeten Menge vorübergehend oder auf die Dauer, wenn Chloroform direct auf die Herzmusculatur (nach Entfernung des Pericardium) applicirt wird. Das Herz verhalte sich dabei

---

[1] Mémoire sur l'anesthésie chirurgicale. Gazette médicale de Paris, 1853, Nr. 36, 37, 41, 42 et 45.

[2] Expériences sur la cause de la mort par le chloroforme. Gazette des hôpitaux, 1853, Nr. 123.

[3] Recherches expérimentales sur les moyens à employer contre les accidents déterminés par les inhalations de chloroforme. L'union médicale 1855, Nr. 8—13 und 1860, Nr. 109.

[4] London journal of medicine. April—June 1852.

[5] Archives générales, 1858, Juin—Novembre.

wesentlich anders als die übrige quergestreifte Musculatur warmblütiger Thiere, welche bei directer Application des Chloroform nicht gelähmt werde. Nach H. Ranke[1] handelt es sich bei dem Erlöschen der Herzthätigkeit bei directer Application von Chloroform auf das Herz von Fröschen nicht etwa um einen Stillstand in Diastole, sondern um eine sich nicht mehr lösende Contraction, um eine locale Starre des Herzens.

Alle diese Versuche beweisen wohl, dass das Chloroform bei directer Einwirkung keine indifferente Substanz für das schlagende Herz ist; die Art, wie das Chloroform dabei auf das Herz einwirkt, ist aber von den bei der Inhalation herrschenden Verhältnissen so ganz verschieden, dass es unberechtigt wäre, hieraus den Schluss zu ziehen, dass das Erlöschen der Herzbewegung bei der Chloroforminhalation Folge directer Einwirkung des Chloroform auf die Herzmusculatur ist. Auch die Versuche Scheinesson's (l. c.), welche erweisen sollen, dass bei Chloroforminhalation die Energie der Herzthätigkeit in Folge einer Einwirkung des Chloroform auf den „musculomotorischen" Apparat des Herzens abnimmt, sind nicht vollständig beweiskräftig.

Scheinesson gelangt nämlich, indem er den Ursachen der Blutdrucksenkung bei der Chloroformisation von Kaninchen nachforscht, zu der Ansicht, dass dieselbe zum Theil durch Lähmung des vasomotorischen Nervencentrums, zum anderen Theile aber durch Abnahme in der Energie der Herzthätigkeit bedingt sei. Diese Ansicht begründet er folgendermassen:

Bei Kaninchen, welche Chloroform durch die Nase bis zum Erlöschen von Sensibilität, Motilität und Reflexthätigkeit athmeten, beobachtete er eine beträchtliche Dilatation der Gefässe beider Ohren. Aus dem Umstande, dass elektrische Reizung des centralen Endes des Sympathicus auch in tiefer Chloroformnarkose Erblassen des vorher injicirten Ohres zur Folge hat, zieht er dann den Schluss, dass jene Gefässdilatation am Kaninchenohre nicht durch directe Lähmung der Ohrgefässe oder Ohrgefässnerven, sondern durch Lähmung des vasomotorischen Nervencentrums durch das Chloroform bedingt sei. Dieser Schluss ist

[1] Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1867, Nr. 14.

aber nicht ganz beweiskräftig, indem sich sehr wohl annehmen liesse, dass unter den oben erwähnten Verhältnissen eine derartige Abnahme der Erregbarkeit an den Ohrgefässen oder Ohrgefässnerven stattfand, dass diese wohl noch auf den elektrischen Reiz, jedoch nicht mehr auf die vom Centrum ausstrahlenden tonischen Erregungen reagirten. Eine solche Annahme fände sogar darin eine Stütze, dass nach den Beobachtungen von Scheinesson eine ähnliche Gefässdilatation wie am Kaninchenohre bei tiefer Chloroformnarkose weder an dem Mesenterium von Katzen und Kaninchen, noch an der Schwimmhaut von Fröschen wahrzunehmen ist. Es muss demzufolge die Möglichkeit offen gelassen werden, dass die Gefässdilatation am Kaninchenohre eine rein locale Erscheinung sei, die entweder auf einen Reflex auf die Vasomotoren des Kaninchenohres, oder auf eine directe Einwirkung der durch die Nase und an der Nase vorbeistreichenden Chloroformdämpfe auf die Ohrgefässe oder die Ohrgefässnerven zurückzuführen ist.

Ebensowenig aber wie eine Lähmung des vasomotorischen Nervencentrums lässt sich aus den Beobachtungen von Scheinesson eine verminderte Energie der Herzthätigkeit mit Sicherheit erschliessen. Scheinesson zieht einen solchen Schluss aus dem Umstande, dass bei der Chloroforminhalation ein relativ zur Druckhöhe beträchtliches Absinken des Blutdruckes in den Arterien auch dann noch stattfindet, wenn man durch Rückenmarksdurchschneidung oder durch Compression der Bauchaorta dicht unter dem Zwerchfell den Einfluss des Gefässtonus auf den Blutdruck auf die Kopf- und Halsgefässe beziehungsweise auf die Gefässe der vorderen Leibeshälfte, eingeschränkt hat. Da nach den Untersuchungen von Bezold und Bever der Contractionszustand dieser Gefässe beim Kaninchen nur von geringem Einflusse auf die Höhe des Druckes in den Carotiden sei, so müsse die unter den vorher erwähnten Verhältnissen zu beobachtende relativ beträchtliche Druckabnahme Folge verminderter Energie der Herzthätigkeit sein. Gegen diese Schlussfolgerung lassen sich aber folgende Einwendungen erheben. Erstens hat es sich längst herausgestellt, dass der Contractionszustand der Gefässe von Hals und Kopf oder gar der ganzen vorderen Leibeshälfte selbst beim Kaninchen für den Blutdruck in

den Carotiden lange nicht so unerheblich ist, wie Bezold und Bever es seinerzeit hingestellt haben. Zweitens muss der Contractionszustand der Gefässe der vorderen Leibeshälfte vom allererheblichsten Einfluss auf den Carotidendruck werden, wenn man durch Abklemmen der Bauchaorta die ganze aus dem linken Ventrikel sich ergiessende Blutmasse in jenen Gefässbezirk einschränkt. Drittens sind die Blutdrucksenkungen, welche Scheinesson beobachtete, wenn er Kaninchen tief narkotisirte, denen er vorher das Rückenmark durchschnitten hatte, wohl relativ bedeutend, aber absolut gering, so gering, dass zu ihrer Erklärung eine Erschlaffung der Kopf- und Halsgefässe im Verein mit der durch die Verlängerung des Versuches an und für sich schon bedingten Abnahme der Energie aller Functionen genügt, ohne dass man genöthigt ist, noch eine besondere specifische Wirkung des Chloroform auf das Herz anzunehmen.

Man muss darum, meiner Meinung nach, nach den Versuchen von Scheinesson die Frage, ob und in welcher Weise die Energie der Herzbewegung, und ob und in welcher Weise der Contractionszustand der Gefässe an der bei Chloroforminhalation sich entwickelnden Blutdrucksenkung betheiligt ist, unentschieden lassen — um so mehr als bei diesen Versuchen die Veränderung in der Frequenz des Herzschlages nur ganz ungenügend berücksichtigt wurde.

Legen wir uns nun, nachdem wir eine Übersicht über die wichtigeren der bisher über den Gegenstand unserer Untersuchung ausgeführten Arbeiten gewonnen, die Frage vor, welches gegenwärtig die Hauptaufgaben einer Untersuchung über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Athmung und Blutkreislauf sind, so ergibt sich Folgendes:

In erster Reihe ist ein Detailstudium der Veränderungen nothwendig, welche die Athmung durch die Aufnahme von Chloroform und Äther in's Blut erleidet.

In zweiter Reihe muss ermittelt werden, ob der Herzschlag ähnlich wie die Athmung durch jene Substanzen nicht allein von der Nase, sondern auch von den unteren Luftwegen aus reflectorisch verändert wird, und welches die lediglich durch die

Aufnahme von Chloroform oder Äther in's Blut bedingten Veränderungen des Herzschlages sind. Speciell muss dabei noch ermittelt werden, ob jene beiden Substanzen unter die Gruppe der Herzgifte eingereiht werden müssen, oder ob das Erlöschen der Herzthätigkeit bei Chloroformisation oder Ätherisation als indirecte Wirkung des Chloroform und Äther auf das Herz aufzufassen ist.

Drittens ist festzustellen, ob an dem Zustandekommen der bei Chloroform- oder Ätherinhalationen, eintretenden Blutdrucksenkung eine Erschlaffung der Wandungen der arteriellen Gefässe betheiligt ist, und eventuell, ob diese durch eine Verminderung des Tonus der vasomotorischen Centren oder durch eine Parese der Gefässe oder der peripheren Gefässnerven selbst zu erklären ist.

Sind diese Fragen beantwortet, so wird man daran schreiten können, die bisherigen Angaben über die Art und Reihenfolge der Veränderungen von Athmung und Kreislauf bei Inhalation von Chloroform und Äther in der gewöhnlich üblichen Weise durch die Nase einer näheren Prüfung zu unterziehen, jene beiden Substanzen bezüglich der Intensität ihrer Wirkung auf Athmung und Kreislauf zu vergleichen, und die nöthigen Schlussfolgerungen für die Praxis daraus abzuleiten.

Erste Mittheilung.

Über die unmittelbare Wirkung von Chloroform und Äther auf das Athemcentrum.

Die Versuche, über welche in den vorliegenden Blättern berichtet wird, wurden beinahe ausschliesslich an Kaninchen ausgeführt. Ich überzeugte mich davon, dass bei Hunden und Katzen die Veränderungen der Respiration bei Aufnahme von Chloroform oder Äther in's Blut im Ganzen genommen dieselben sind, wie beim Kaninchen. Da man aber wegen der grossen Unruhe der Hunde und Katzen beim Experimente, Versuche an diesen Thieren, bei denen Athmung und Kreislauf verzeichnet werden sollen, füglich nur nach vorhergehender Betäubung derselben durch Opium oder irgend ein anderes Narkotikum vornehmen kann, wobei die Athmung an und für sich wesentlich verändert und oft

auch sehr unregelmässig wird, so eignen sich diese Versuchsthiere nicht sehr zu den mitzutheilenden Versuchen.

Zur Verzeichnung der Respiration benützte ich vorzugsweise den von mir früher beschriebenen Apparat [1], der die Volumsschwankungen des Versuchsthieres bei der Athmung mittelst des Marey'schen Cardiographen auf einer berussten rotirenden Trommel verzeichnet. Bei Versuchen, bei denen neben der Respiration gleichzeitig auch die Circulation verzeichnet werden sollte, wurden die Athmungen öfter wohl auch in der Weise verzeichnet, dass der eine Schenkel einer *T*-Cantile entweder direct, oder unter Einschaltung eines grossen geschlossenen Luftraumes mit einem Marey'schen Cardiographen in Verbindung gesetzt wurde. Bei dieser Versuchsanordnung bedarf es immer einiger Vorsicht, um die Nase des Versuchsthieres vollständig vor der Einwirkung von Chloroform und Äther zu schützen und Reflexe auf die Athmung von der Nase aus zu verhüten. Ich benützte darum zuletzt beinahe ausschliesslich eine später noch ausführlich zu beschreibende Modification des oben bezeichneten Apparates, welche es ermöglichte auch die Kreislaufserscheinungen des in dem Kasten eingeschlossenen Thieres auf der berussten Trommel verzeichnen zu lassen. Da das Versuchsthier hiebei in einem luftdicht schliessenden Kasten sich befindet, und die Einathmungsluft und die mit dieser direct in eine Trachealfistel gelangenden Chloroform- und Ätherdämpfe von aussen her bezieht, so ist eine Erregung der Nerven der Nasenschleimhaut durch jene Dämpfe ohne alle weiteren Vorkehrungen ausgeschlossen.

Ausser den Athembewegungen und eventuell den Blutdruckschwankungen und Veränderungen des Herzschlages wurden auf der berussten Trommel die Schläge eines Metronom, und Eintritt und Dauer der experimentellen Eingriffe in gewöhnlicher Art durch Elektromagneten notirt.

Die Zufuhr von Chloroform- oder Atherdämpfen zu den unteren Luftwegen erfolgte in der Weise, dass man an die Trachealcantile der betreffenden Versuchsthiere die Mündung von

---

[1] Über Reflexe auf die Athmung etc. Sitzungsb. der Wiener Akademie, III. Abth., Jahrg. 1874, December-Heft, p. 2.

Glasgefässen brachte, welche gleich gross waren, weite Öffnungen von gleichem Durchmesser hatten, und gleiche Mengen von Äther oder Chloroform enthielten. Vergleichsversuche, bei denen die Thiere aus ganz gleich beschaffenen reinen, leeren Glasgefässen athmeten, bewiesen, dass diese Versuchsanordnung an und für sich ohne Einfluss auf die Beschaffenheit der Athembewegungen war.

Lässt man ein Kaninchen mit durchschnittenen Halsvagis in der vorherbeschriebenen Weise Chloroformdämpfe durch eine Trachealfistel einathmen, so bleiben in der Regel die ersten vier oder fünf Athemzüge während der Chloroforminhalation unverändert. Ausnahmsweise treten schon nach zwei bis drei, nicht selten aber erst nach einer grösseren Reihe von Inspirationen deutliche Veränderungen der Athembewegungen auf.

Bei Thieren, die nicht schon durch anderweitige vorhergehende Versuche eine Verringerung der Erregbarkeit ihrer Nervencentren erlitten haben, tritt in der Regel als erstes Zeichen der Chloroformwirkung eine tetanische Exspiration auf. Durch 6, 10 und selbst 16 Secunden bleibt der Stift des Cardiographen in tiefster Exspirationsstellung stehen. Die darauffolgende Inspiration ist meist eine sehr tiefe ausnahmsweise aber auch sehr flach, gewissermassen nur abortiv. Die Reihenfolge der Erscheinungen nach dem ersten Exspirationstetanus ist überhaupt sehr wechselnd. Öfter folgt jenem ersten Zeichen der Chloroformwirkung eine Anzahl von sehr verlangsamten tiefen Athemzügen, bei denen aber die Verlangsamung vorwaltend die Inspiration trifft. In anderen Fällen dagegen treten sehr kurze und tiefe, durch länger dauernden Exspirationstetanus von einander getrennte Athemzüge nach dem ersten Exspirationstetanus auf. Manchmal wieder sind die einzelnen zwischen den krampfhaften Contractionen der Exspirationsmuskeln liegenden Athemzüge in ihrer inspiratorischen Phase durchwegs nicht unbeträchtlich verlängert. In allen Fällen aber folgt auf die eben beschriebenen Erscheinungen eine sehr beträchtliche Beschleunigung der Respiration. Zu Beginn dieser Phase der Chloroformwirkung sind die vom Cardiographen verzeichneten Athemwellen sehr hoch, oft beträchtlich höher als vor der Chloroforminhalation;

bald aber werden dieselben immer niedriger und niedriger und dabei immer kürzer und kürzer.

Wird die Zufuhr von Chloroformdämpfen genügend lange fortgesetzt, so sinken die Respirationswellen meist ganz allmälig bis auf das Unmerkbare ab — es erfolgt ein ganz successives Erlöschen der Respiration. Die letzten Athemzüge bleiben dabei gewöhnlich sehr beschleunigt, doch sind sie auch manchmal in ihrem exspiratorischen Theile relativ wieder deutlich verlangsamt (Tafel I, Fig. 2 *a* und 2 *b*; Tafel II, Fig. 1 und 3).

Öfter, und zwar besonders bei Thieren, an welchen vorher schon längere Zeit experimentirt worden, ist ein Exspirationstetanus als erstes Zeichen der Wirkung eingeathmeter Chloroformdämpfe nach Vagusdurchschneidung nicht zu beobachten. Entweder tritt einige Zeit nach der Zufuhr der Chloroformdämpfe stark verlangsamtes Athmen bei vorwaltender Inspiration und dann die beschriebene Beschleunigung auf (Tafel I, Fig. 1 *a* und 1 *b*), oder es kommt, nachdem die Respiration während der Chloroformzufuhr durch längere Zeit ganz unverändert war, ohne jede vorhergehende Verlangsamung die regelmässig eintretende Beschleunigung und Verflachung der Respiration zum Vorschein.

Nur ganz ausnahmsweise, und zwar bei Thieren, an denen man bereits durch längere Zeit mit Chloroform- oder Ätherdämpfen experimentirt hat, verläuft das Endstück der Respirationscurve bei Chloroforminhalation nach Durchschneidung der Vagi nicht so allmälig wie vorher beschrieben, sondern es nehmen die Athemwellen rasch und sprungweise an Höhe ab. Die einzelnen Athemwellen sind dabei in der exspiratorischen Phase bedeutend verlängert, und nach wenigen derart beschaffenen Athemzügen erlischt die Respiration plötzlich. Der letzte Athemzug ist dabei immer noch ein ziemlich tiefer, weitaus tiefer wenigstens als die letzten noch deutlich wahrnehmbaren Athemzüge auf der allmälig absinkenden Respirationscurve bei frischen Thieren (Taf. II, Fig. 2).

Lässt man Kaninchen, bei denen in Folge der Chloroforminhalation die Respiration schon stark verflacht, aber doch immer noch deutlich ausgeprägt ist, wieder reine atmosphärische Luft einathmen, so vertieft sich die Respiration allmälig, die ein-

zelnen Athemzüge verlangsamen sich später auch wieder, und nach einiger Zeit hat die Respirationscurve denselben Verlauf, wie vor der Chloroformzufuhr.

Die Zeitdauer, während welcher Chloroform zugeführt werden muss, um es bis zum vollständigen Erlöschen der Respiration zu bringen, ist bei den einzelnen Versuchsthieren nicht unbeträchtlich verschieden; bei Kaninchen, deren Vagi durchschnitten waren, fand ich, auch wenn dieselben nicht vorher schon durch länger dauernde Versuche erschöpft waren, in der Mehrzahl der Fälle eine durch 1—2 Minuten dauernde Inhalation von stark mit Chloroformdämpfen vermengter Luft durch eine Trachealfistel hinreichend um das Erlöschen der Athembewegungen herbeizuführen.

Meistens gelang es, durch eine mehrere Minuten lang fortgesetzte künstliche Ventilation die auf oben angegebene Weise erloschene natürliche Respiration wieder wach zu rufen. Es war dies selbst dann möglich, wenn die künstliche Ventilation erst einige Minuten nach dem vollständigen Erlöschen der natürlichen Athmung eingeleitet werden konnte — falls nicht inzwischen das Herz aufgehört hatte zu schlagen.

Wenn ein Kaninchen mit durchschnittenen Halsvagis in der früher angegebenen Weise Ätherdämpfe einathmet, so sind ähnliche Veränderungen der Athembewegungen zu beobachten wie sie vorher als Wirkung der Chloroforminhalation beschrieben wurden. Auch hiebei beobachtet man öfter einen Exspirationstetanus als erstes Zeichen der Einwirkung auf die Athembewegungen; auch hiebei wird die Athmung meistens aufangs verlangsamt und vertieft, immer aber im späteren Verlauf der Ätherinhalation erheblich beschleunigt und etwas verflacht (Taf. II, Fig. 4 *a* und 4 *b*). Niemals aber sind die Effecte der Ätherinhalation so intensiv wie jene der Chloroforminhalation. Der Exspirationstetanus ist immer nur kurz und wiederholt sich beinahe nie; die Periode der Verlangsamung ist nicht von erheblicher Dauer und die Beschleunigung nie so hochgradig wie bei der Einwirkung von Chloroform. Besonders aber muss hervorgehoben werden, dass, während das Chloroform wie früher besprochen wurde, unter den angegebenen Umständen ein sehr rasches Erlöschen der Respiration herbeiführt, eine

selbst viele Minuten andauernde Ätherinhalation unter gleichen Umständen — ich habe die Ätherinhalationen bis zu 15 Minuten andauern lassen — nicht hinreicht, um ein vollständiges Erlöschen der Respiration zu bewirken. Die Respiration erfährt wohl unter diesen Verhältnissen eine bedeutende Beschleunigung, aber die Verflachung der Athembewegungen erreicht nie einen höheren Grad, so dass die Respiration des Versuchsthieres dasselbe ganz ausreichend ventilirt.

Lässt man aber ein solches Versuchsthier, welches längere Zeit hindurch Äther geathmet hat, Chloroform inhaliren, so erlischt die Respiration ganz auffallend rasch, und ist gerade unter diesen Umständen das früher beschriebene sprungweise Absinken der Respirationscurve manchmal zu beobachten. Ich brauche die Übereinstimmung der eben erörterten Erscheinungen mit den früher citirten Beobachtungen von Snellen und Rosenthal wohl kaum besonders hervorzuheben.

Wir müssen uns nun zunächst die Frage vorlegen, ob wir es bei den oben beschriebenen Erscheinungen mit einer Localwirkung der durch die Trachealfistel zu den Lungen gelangenden Chloroform- oder Ätherdämpfe oder mit dem Effecte der Aufnahme jener Substanzen ins Blut zu thun haben. Gegen die Annahme einer Localwirkung spricht schon der Umstand, dass jene Veränderungen der Athembewegungen in der Regel nur nach Durchschneidung der Halsvagi auftreten, und dass sie nicht sofort, sondern erst nach mehreren Athemzügen, ja manchmal selbst erst nach einer längeren Reihe von unveränderten Athembewegungen zum Vorschein kommen. Ich habe überdies durch speciell hierauf gerichtete Versuche mich davon überzeugt, dass die Aufnahme von Chloroform oder Äther ins Blut dieselben Veränderungen in der Athembewegung hervorruft, wie die Inhalation jener Substanzen bei durchschnittenen Vagis durch eine Trachealfistel. Ich habe zu diesem Zwecke kleine Mengen von Äther oder Chloroform in venöse und arterielle Gefässe injicirt, und dabei ebenfalls Athemstillstände in Exspiration, inspiratorisch verlangsamte Athmungen und finale Beschleunigung und Verflachung der Athmung beobachtet. Die Reihenfolge der Erscheinungen war aber bei diesen Versuchen

noch wechselnder als bei den Inhalationsversuchen; es fehlte dabei häufig die primäre Verlangsamung, dagegen kam es aber oft zu sprungweisem Absinken der Athmungscurve bei etwas verlangsamten Athmungen. In Fällen, wo nur ein paar Tropfen jener Substanzen in das Gefässsystem gebracht wurden, gelang es übrigens immerhin die ganze anfangs beschriebene Erscheinungsreihe zum Vorschein zu bringen. Die Respiration erlischt selbst bei Injection von ganz geringen Mengen von Äther und Chloroform ins Gefässsystem sehr rasch, lässt sich aber auch unter diesen Umständen durch künstliche Ventilation wieder erwecken, wenn der Herzschlag nicht gleichfalls erloschen ist. Eine Differenz in der Intensität der Wirkung von Äther und Chloroform auf die Athmung habe ich bei der Injection in das Gefässsystem nicht beobachten können. Gleich geringe Mengen beider Substanzen haben unter diesen Umständen das Erlöschen der Respiration herbeigeführt. Auch blieb bei den Injectionsversuchen die Wirkung jener Substanzen auf die Athmung bei durchschnittenen und undurchschnittenen Vagis ganz dieselbe.

Wenn wir nun auch die Veränderungen in den Athembewegungen bei Inhalation von Chloroform oder Äther durch eine Trachealfistel nach der Vagussection als Wirkung der Aufnahme dieser Substanzen in das Blut ansehen müssen, so ist darum doch noch nicht erwiesen, dass diese Veränderungen Effect einer unmittelbaren Einwirkung des Chloroform oder Äther oder des durch diese Substanzen veränderten Blutes auf das Athemcentrum sind. Wie schon aus den früher citirten Versuchen und Beobachtungen Anderer hervorgeht, und wie ich in einer späteren Mittheilung selbst noch genauer darlegen werde, vollziehen sich nach der Aufnahme von Chloroform oder Äther in das Blut sehr bedeutende Veränderungen im Blutkreislauf. Es wäre ja nun immerhin möglich, dass durch diese Kreislaufsveränderungen allein das Athemcentrum in jenen Zustand versetzt würde, der sich in den früher beschriebenen Veränderungen der Athembewegung nach der Chloroform- oder Ätherinhalation ausdrückt. Gegen eine solche Annahme spricht jedoch schon von vornherein der Umstand, dass bei gleichzeitiger Verzeichnung der Athembewegungen und der Herzschläge,

sowie des Blutdruckes während der Inhalation jener Substanzen eine hochgradige Veränderung der Athmung meistens bereits zu einer Zeit sich bemerkbar macht, wo die Wirkung auf den Blutkreislauf kaum noch zu erkennen ist. Man kann aber auch bei einer anderen Versuchsanordnung die Respiration unter der Einwirkung des Äthers oder Chloroform in der angegebenen Weise sich vollständig verflachen sehen, ohne dass der Herzschlag oder der Blutdruck überhaupt eine erhebliche Veränderung erfährt.

Wenn man nämlich durch das gegen das Gehirn führende Stück der Carotis, deren gegen das Herz zu gelegener Theil mit dem Quecksilbermanometer verbunden ist, Chloroform oder Äther gegen das Gehirn spritzt, so sieht man manchmal, besonders bei der Injection sehr kleiner Mengen jener Substanzen, dass an der Blutcurve gar nichts Wesentliches sich verändert, während an der Athemcurve primäre Verlangsamung und darauf die starke Beschleunigung und Verflachung der Athmung in der entschiedensten Weise ausgeprägt erscheint.

Ich kann mich nicht darüber aussprechen, ob Chloroform und Äther in diesen Fällen vom centralen Nervensystem gewissermassen vollständig zurückgehalten wurden, und darum nicht auf das Herz und die Gefässe des Rumpfes und der Gliedmassen wirken konnten. Jedenfalls beweisen aber jene Versuche, dass die Aufnahme von Chloroform oder Äther in das Blut unabhängig von allen Veränderungen im Blutkreislaufe die beschriebenen Veränderungen der Respiration zu erzeugen vermag. Hinzufügen will ich noch, dass ich mich durch ganz specielle Versuche davon überzeugt habe, dass die Respirationsänderungen bei der vorhin beschriebenen Versuchsanordnung nicht etwa einfache Folge der Injection von Flüssigkeit in das Gehirn waren. Ich habe indifferente Flüssigkeiten in wechselnden Mengen durch das periphere Endstück der Carotis gegen das Gehirn injicirt, und darnach niemals etwas anderes beobachtet, als eine unmittelbar auf die Injection folgende, einige Secunden anhaltende mässige Beschleunigung der Respiration ohne Verflachung derselben.

Müssen wir demnach die von mir beschriebenen Veränderungen der Athembewegung bei Inhalation von Chloroform oder

Äther nach der Vagussection als Wirkung des in das Blut aufgenommenen Chloroform oder Äther auf das Athemcentrum ansehen, so können wir uns diese Wirkung wieder in indirecter Weise bedingt denken. Zunächst wird die Einathmung einer mit Chloroform reichlich geschwängerten Luft den Lungen weniger Sauerstoff zuführen, als die Inspiration reiner athmosphärischer Luft, und dann könnten Chloroform und Äther durch Zerstörung der Sauerstoffträger im Blute eine durch den ersten Umstand begünstigte hochgradige Verarmung des Blutes an Sauerstoff herbeiführen. Man könnte also die nach der Inhalation jener Substanzen auftretenden Veränderungen in den Athembewegungen nur als den Ausdruck einer besonderen Art von Dyspnoe ansehen. Folgende Erwägungen sprechen aber gegen eine solche Annahme.

Es ist durchaus unwahrscheinlich, dass bei den Veränderungen der Respiration nach Einathmung von Chloroform oder Äther die verminderte Sauerstoffzufuhr zu den Lungen überhaupt eine Rolle spielt, weil wir ganz dieselben Erscheinungen bei Injection jener Substanzen in das Gefässsystem auftreten sehen. Aber auch dagegen, dass die Zerstörung rother Blutkörperchen durch jene Substanzen dabei ins Spiel kommt, lassen sich die gewichtigsten Gründe geltend machen. Zunächst muss mit Bezug hierauf angeführt werden, dass alle auf diesen Punkt gerichteten Beobachtungen und Versuche dagegen sprechen, dass es bei der gewöhnlichen Art der Chloroform- und Ätherzufuhr überhaupt zu einer Zerstörung von rothen Blutkörperchen im kreisenden Blute kommt. Ich habe selbst gelegentlich von Versuchen, die ein anderes Ziel im Auge hatten, Beobachtungen über diesen Gegenstand angestellt, die mich bestimmen, der von anderer Seite [1] ausgesprochenen Meinung: dass bei der Chloroformnarkose die rothen Blutkörperchen in den Gefässen nicht verändert werden, mit einer gewissen Einschränkung beizupflichten. Diese Einschränkung bezieht sich darauf, dass man am Froschmesenterium, wenn Chloroform- oder Ätherdämpfe von sehr grosser Dichtigkeit auf dasselbe

---

[1] Schenk, Bemerkungen zur Chloroformnarkose. Sitzungsb. der Wiener Akademie, Jahrg. 1868, 58. Bd., II. Abth.

einwirken, in Gefässen, wo die Circulation in's Stocken gerathen ist, das Stroma der farbigen Blutkörperchen erblassen und die Kerne scharf und glänzend hervortreten sieht. In den Gefässen aber, wo die Blutbewegung im guten Gange war, habe ich eine Veränderung der farbigen Blutkörperchen nicht beobachten können.

Es liesse sich aber immerhin behaupten, dass Chloroform und Äther bei der gewöhnlichen Art der Zufuhr wohl an keiner Stelle im Kreislaufssysteme in solcher Menge sich anhäufen, um eine Zerstörung der rothen Blutkörperchen zu bewirken, dass diese Substanzen aber unter den erwähnten Verhältnissen mit den Sauerstoffträgern eine Verbindung eingehen, welche wohl keine sichtbaren Veränderungen dieser bedingt, sie aber doch zur ferneren Sauerstoffaufnahme ungeeignet macht, wodurch das Blut dann die Eigenthümlichkeiten des dyspnoischen Blutes erlangen müsste. In diesem Falle müssten aber auch die Veränderungen der Athembewegung dieselben sein, wie bei der Sauerstoffverarmung des arteriellen Blutes. Nun lehrt aber ein Vergleich der Athemcurve bei der Dyspnoe mit der Athemcurve, wie sie durch die Aufnahme von Chloroform oder Äther in das Blut bedingt wird, sofort, dass wir es in diesen beiden Fällen mit ganz differenten Erscheinungen zu thun haben. In dem einen Falle sehen wir die Athmungen anfangs sich stark vertiefen und beschleunigen, und später bei anhaltender Vertiefung sich beträchtlich verlangsamen — in dem anderen Falle ist eine finale Beschleunigung und stetig wachsende Verflachung der charakteristischeste Theil der Erscheinungsreihe, zu dem sich meistens anfangs eine hochgradige Verlangsamung der Athmung gesellt, welche häufig zum Theil und manchmal sogar ausschliesslich durch Verlängerung der inspiratorischen Phase der einzelnen Athembewegungen bedingt wird.

Lässt sich also schon hiedurch allein die Annahme widerlegen, dass man es bei dem Erlöschen der Respiration bei Inhalation von Äther oder Chloroform mit einer Erstickung zu thun hat, so kann man auch noch durch einen speciellen Versuch die vollständig differente Wirkung der Sauerstoffverarmung des Blutes und der Aufnahme von Chloroform oder Äther in das Blut auf das Schlagendste darstellen. Erzeugt man bei

einem Kaninchen mit durchschnittenen Halsvagis, das durch eine Trachealfistel athmet, durch Verschluss dieser Fistel Dyspnoe, und lässt man während der Periode der Beschleunigung oder der Verlangsamung der Athmung plötzlich stark mit Chloroformdämpfen erfüllte Luft zu den Lungen treten, so ändert sich nach zwei bis drei Athemzügen die Respiration vollständig. An die Stelle der beschleunigten oder einfach verlangsamten Athmung tritt der früher beschriebene Exspirationstetanus, und daran anschliessend die charakteristische Verflachung und Beschleunigung der Athmung. Die Chloroformcurve setzt sich bei diesem Versuche so scharf von der Dyspnoecurve ab, dass der Anblick einer solchen Curve allein schon davon zu überzeugen vermag, dass das Chloroform eine specifische Wirkung auf das Athemcentrum ausübt (Taf. III, Fig. 2 und 3).

Wodurch aber die specifische Wirkung des Chloroform und des Äthers auf das Athemcentrum bedingt wird, kann ich allerdings nicht angeben. Man kann mit Bezug hierauf nur das Eine sagen, dass sie nicht in einer Zerstörung der nervösen Elemente des Athemcentrum bestehen kann, weil die Respiration bald wieder normal wird, wenn man durch die spontane oder künstliche Athmung den Lungen wieder reine athmosphärische Luft zuführt.

Auch darüber kann man sich nicht mit Bestimmtheit aussprechen, ob man die Veränderungen der Respiration bei der Einwirkung von Chloroform auf das Athemcentrum lediglich als Folge einer direct lähmenden Wirkung dieser Substanzen aufzufassen hat, oder ob dieselben Ausdruck einer starken Erregung des Athemcentrums sind, welche zu einer raschen Erschöpfung der Erregbarkeit desselben führt. Es sprechen aber mancherlei Umstände für die Wahrscheinlichkeit der letzteren Annahme. Ich zähle es unter diese Umstände, dass die Athmung nach der Inhalation von Chloroform durch eine Trachealfistel bei durchschnittenen Vagis während der anfänglichen Periode der Verlangsamung und selbst noch zu Beginn der Beschleunigung sehr tief ist. Ich muss ferner in Bezug auf diesen Gegenstand darauf verweisen, dass, abgesehen von der vollständigen Verflachung der Athmung bei hochstehendem Zwerchfell, die

Respirationscurve, die man unter den angegebenen Verhältnissen erhält, viel Ähnlichkeit mit der Respirationscurve hat, welche man bei Erregung der Enden der sensiblen Nerven der unteren Luftwege durch concentrirtes Ammoniak erlangt, wodurch, wie ich ermittelt habe [1], ein starker Reflex auf die Athmung ausgelöst wird, bei dem aber die Verflachung der Athembewegung bei tiefstehendem Zwerchfell eintritt.

Auch ein paar Versuche, die ich unter Benützung der von S. Mayer [2] angegebenen Methode zur Erzeugung von Apnoe bei Hunden angestellt habe, sprechen im Ganzen dafür, dass das in das Blut aufgenommene Chloroform eine starke Erregung des Athemcentrums herbeiführt. Mayer hat bekanntlich gefunden, dass kurz nach Beendigung einer jeden zu längerem Herzstillstand führenden Vagusreizung eine längere oder kürzere Apnoe eintritt, deren Entstehung er darauf zurückführt, dass das während des Herzstillstandes in den Lungen stagnirende Blut durch die während jenes Zeitraumes stattfindenden kräftigen Athembewegungen sehr ausgiebig ventilirt, und dadurch apnoisch gemacht wird. Wenn nun dieses apnoische Blut bei dem Wiederauftreten des Herzschlages in den grossen Kreislauf und zum Gehirn und verlängerten Mark gelangt, so müsse es das Athemcentrum in den apnoischen Zustand versetzen.

Diese interessante Erscheinung der Apnoe nach Herzstillstand benützte ich nun dazu, um mir die Wirkungen zur Anschauung zu bringen, welche das Chloroform auf das Athemcentrum ausübt, wenn jede Interferenz mit anderweitigen auf das Athemcentrum einwirkenden Reizen hinwegfällt. Ich überzeugte mich zu diesem Zwecke zunächst davon, dass bei den beiden benützten Versuchsthieren die Vagusreizung längeren Herzstillstand und consecutiv Apnoe zur Folge hatte, und injicirte dann während neuerlicher, zu längerem Herzstillstand führender Vagusreizung Chloroform durch eine Jugularvene gegen das Herz. Mit dem Wiederauftreten des Herzschlages musste dann das Chloroform in dem apnoischen Blute zur *Medulla oblongata* gelangen.

---

[1] Über Reflexe auf die Athmung etc. l. c. p. 10—14.

[2] Experimenteller Beitrag zur Lehre von den Athembewegungen. Sitzungsbr. der Wiener Akademie, III. Abth., April-Heft, Jahrg. 1874.

Falls das Athemcentrum durch das Chloroform direct gelähmt wird, musste bei Anwendung einer zum Erlöschen der Respiration führenden Dosis von Chloroform von dem Momente an, wo das apnoische Blut zum verlängerten Mark gelangt, und unter anderen Verhältnissen eine vorübergehende Apnoe erzeugt, jede Athembewegung hinwegbleiben. In dem Falle aber, dass das Chloroform erregend auf das Athemcentrum einwirkt, konnte man erwarten, dass gar kein Athemstillstand oder nur ein Athemstillstand von weit kürzerer Dauer eintritt und eine Art der Respiration zum Vorschein kommt, welche man als reinen Ausdruck der Wirkung des Chloroform auf das Athencentrum anzusehen berechtigt war. Ich fand nun, dass in der That die letztere Erwartung sich erfüllte. Es trat gar kein Athemstillstand nach längerem Herzstillstand mehr ein, wenn ich während des Herzstillstandes Chloroform durch eine Jugularvene gegen das Herz injicirte. In dem Zeitraum wo unter den früher angegebenen Bedingungen eine längere Apnoe beobachtet worden war, trat an Stelle des Athemstillstandes eine Anzahl von Athemzügen auf, die der Respiration vor der Vagusreizung gegenüber stark beschleunigt waren. Der erste dieser Athemzüge war noch sehr tief, dann aber folgte eine rasche Verflachung der Athmung und nach einer verhältnissmässig kleinen Anzahl von Athemzügen war die Respiration erloschen (Taf. III, Fig. 1 *a* und 1 *b*).

Durch künstliche Respiration konnte ich dann die natürliche Respiration wieder erwecken, und den Versuch mit gleichem Erfolge wiederholen, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die vorhergehende Chloroformvergiftung das Zustandekommen von Apnoe nicht verhindert hat. Ich muss in Bezug auf letzteren Punkt sogar hervorheben, dass bei Thieren welche durch Äther oder Chloroform vergiftet waren, leichter und länger dauernd Apnoe erzeugt werden kann als sonst, und dass man in der Anwendung jener Substanzen ein Mittel hat, bei Thieren, welche vorher bei künstlicher Ventilation nur auf sehr kurze Zeit in den apnoischen Zustand verfielen, mit derselben Art der Ventilation lang andauernde Apnoe zu erzeugen. Man muss dies Verhalten wohl dahin deuten, dass die Einwirkung von Chloroform und Äther eine anhaltende Veränderung der Erregbarkeit des Athemcentrums hinterlässt.

Ich würde nun die Versuchsresultate nach der Chloroforminjection in das Herz während des Herzstillstandes sofort als beweisend für die Annahme ansehen, dass das Chloroform lediglich als ein zu rascher Erschöpfung führender Reiz auf das Athemcentrum wirkt, wenn es nicht unseren Anschauungen über die Art wie ein starker Reiz auf das Athemcentrum sich ausprägt widerspräche, anzunehmen, dass eine geringe Anzahl beschleunigter und rasch sich verflachender Athemzüge Ausdruck einer Erregung des Athemcentrums sein können, die so intensiv ist, dass sie zu einer Erschöpfung desselben führt. Man kann freilich gegen die letztere Einwendung wieder geltend machen, dass unsere Erfahrungen über die Unmöglichkeit, während des apnoischen Zustandes des Athemcentrums dasselbe durch reflectorische Erregung zu Thätigkeitsäusserungen zu veranlassen, uns berechtigt, anzunehmen, dass während der apnoischen Beschaffenheit des Blutes auf das Athemcentrum wirkende Reize wohl überhaupt nur sehr schwer Thätigkeitsäusserungen desselben zur Folge haben — dass also selbst das Auftreten von nur wenigen beschleunigten Athemzügen bei apnoischer Beschaffenheit des Blutes schon als Ausdruck einer sehr hochgradigen Erregung des Athemcentrums angesehen werden kann. — Ich ziehe es aber dennoch vor, mich über die eben ventilirte Frage nicht mit Sicherheit auszusprechen, um so mehr da die Möglichkeit vorliegt, dass das Chloroform und der Äther wie manche andere Nervengifte in kleiner Dosis erregend, und in grosser Dosis lähmend auf die Nervencentren einwirken. Falls nun, wie verschiedene Beobachtungen es möglich erscheinen lassen, die Nervencentren die Fähigkeit besitzen, das Chloroform und den Äther, die ihnen im Gefässsystem zugeführt werden, zum grossen Theil zurückzuhalten, und aufzuspeichern, so wird bei jeder Inspiration chloroform- oder ätherhaltiger Luft, mit jeder neuen zum Athemcentrum gelangenden Welle chloroform- oder ätherhaltigen Blutes die auf dieses Centrum einwirkende Dosis jener Substanzen verstärkt werden, und hiedurch in je nach der Menge des gleichzeitig im Blute kreisenden Chloroform oder Äther wechselnden Zeiträumen, die bei der ersten Einwirkung des chloroform- oder ätherhaltigen Blutes bewirkte Erregung des Athemcentrums in den Zustand der Lähmung desselben

übergehen. Es würde sich auf diese Weise die eigenthümliche Reihenfolge der Erscheinungen bei der Inhalation jener Substanzen durch eine Trachealfistel eben so gut erklären lassen, wie nach der Erschöpfungstheorie.

Wenn wir aber allen bisherigen Erörterungen zur Folge Äther und Chloroform als ein intensives Gift fts das Athemcentrum ansehen müssen, so ist es wohl sehr bemerkenswerth, dass man diese Substanzen unter übrigens ganz gleichen Versuchsbedingungen Kaninchen mit erhaltenen Vagis durch längere Zeit inhaliren lassen kann, ohne dass die specifische Wirkung jener Substanzen auf das Athemcentrum sich bemerkbar macht, während bei Thieren mit durchschnittenen Vagis jene Wirkung sich meistens schon nach wenigen Inspirationen von stark mit Chloroform- oder Ätherdämpfen vermengter Luft deutlich ausprägt, und bei Inhalation von Chloroform zu raschem Erlöschen der Athmung führt. Man könnte einen Erklärungsgrund für diese auffallende, schon im Jahre 1850 von Bouisson bemerkte Erscheinung in der nach der Vagussection beim Kaninchen auftretenden starken Verlangsamung der Athmung suchen, in der Meinung, dass durch die wenn auch vertiefte, doch in noch höherem Grade verlangsamte Athmung der Gaswechsel im Lungenblute nicht mehr so lebhaft vor sich gehe als vor der Vagussection, und hiedurch ein geringer Grad von Dyspnoe bedingt werde, der das Athemcentrum für die Einwirkung jener Substanzen weit empfindlicher macht als unter normalen Verhältnissen. Versuche an Kaninchen mit intacten Vagis, die durch Verschluss der Trachealfistel in den dyspnoischen Zustand versetzt wurden, beweisen aber die Unhaltbarkeit jener Supposition. Lässt man solche dyspnoische Kaninchen plötzlich durch die Trachealfistel stark mit Chloroform- oder Ätherdämpfen vermengte Luft einathmen, so sieht man, so lang die Vagi intact sind, selbst bei längerer Inhalation jener Substanzen keine andere Veränderung der Respiration eintreten, als die durch Reflex bedingte Beschleunigung bei Tiefstand des Zwerchfelles und geringen Athemschwankungen des Brustraumes. Dabei ist der Contrast zwischen den tiefen dyspnoischen Athmungen und den mit dem Augenblick der Chloroform- oder Ätherinhalation eintretenden raschen und unausgiebigen Athmungen bei Tiefstand des Zwerch-

fells so gross, dass man gerade in dieser Versuchsanordnung ein treffliches Mittel besitzt, den durch Erregung der Vagusenden in den unteren Luftwegen bei Inhalation von Äther- oder Chloroformdämpfen bedingten Reflex auf die Athmung recht schlagend, gewissermassen im vergrösserten Maasse zu zeigen.

Man wird mithin zur Erklärung des Umstandes, dass bei intacten Vagis die specifischen Wirkungen des Chloroform oder Äther auf das Athemcentrum selbst bei längerer Inhalation jener Substanzen durch eine Trachealfistel nicht zum Vorschein kommen, lediglich auf die durch die Erregung der Vagusenden bedingten Veränderungen der Respirationsbewegung angewiesen sein.

Es ist auch ganz verständlich, dass bei den unter diesen Verhältnissen auftretenden ganz unausgiebigen Athembewegungen so wenig chloroform- oder ätherhaltige Luft eingeathmet wird, dass die von jenen Substanzen in das Blut aufgenommene Menge zu gering ist, um intensiver auf das Athemcentrum zu wirken. Anders gestaltet sich aber die Sachlage, wenn beide Halsvagi durchschnitten sind. Dann fällt nicht nur die reflectorische Verflachung der Athembewegung hinweg, sondern es tritt unter diesen Verhältnissen auch eine bedeutende Vertiefung der Athmung hinzu.

Und so gelangt denn mit den ersten Athemzügen eine so grosse Menge von Chloroform- oder Ätherdämpfen in das Blut, dass sich die Einwirkung desselben auf das Athemcentrum alsbald bemerkbar macht. Ähnlich gestaltet sich der Vorgang, wenn bei nicht durchschnittenen Vagis die Erregbarkeit der Endigungen dieser Nerven, in den unteren Luftwegen, beispielsweise durch vorhergegangene Chloroform- oder Ätherinhalationen, so vermindert ist, dass bei Zufuhr jener Substanzen zu den unteren Luftwegen entweder gar keine oder nur eine kurz andauernde und minder bedeutende Verflachung der Athmung eintritt. Auch in diesem Falle machen sich die Effecte der Einwirkung jener Substanzen auf das Athemcentrum nach kurzer Zeit bemerkbar (Taf. II, Fig. 5.)

Überblicken wir aber nun die Veränderungen der Respiration, welche eintreten, wenn Chloroform- oder Ätherdämpfe durch die Nase oder durch die unteren Luftwege eingeathmet

werden, und wenn sie schliesslich mit dem Lungenblute zu dem Athemcentrum gelangen, so fällt uns sofort der Umstand auf, dass in allen drei Fällen anfangs Veränderungen in der Athembewegung auftreten, welche für die Inhalation jener Dämpfe sehr ungünstig sind. Wirken jene Substanzen auf die Nasenschleimhaut ein, so tritt durch Reflex von den Trigeminusenden aus bedingt exspiratorischer Stillstand der Athmung und krampfhafter Verschluss der Stimmritze auf; bei Einwirkung auf die Schleimhaut der unteren Luftwege beobachten wir wieder eine hochgradige Verflachung der Athmung bei Inspirationsstellung und unter Umständen sogar einen vollständigen inspiratorischen Stillstand der Athmung; und selbst wenn die Einwirkung schon das Athemcentrum direct trifft, so wird die Anfangsphase mit ihren tetanischen Exspirationen und der bedeutenden Verlangsamung der Athmung für die weitere Aufnahme der Chloroform- oder Ätherdämpfe ungünstige Verhältnisse schaffen. Es ist also eine Art von Vertheidigung des Organismus gegen den eindringenden Feind, die wir beobachten. Bei reflectorisch bedingten Thätigkeitsäusserungen ist uns eine solche auf Abwehr einwirkender Reize gerichtete Zweckmässigkeit schon lange bekannt. Hier finden wir diese Zweckmässigkeit in einem Falle, wo der Reiz direct auf das Centralorgan einwirkt.

Zur Ausführung der in der vorliegenden Arbeit besprochenen Versuche hat mir Herr Prof. Hering die Benützung der Hilfsmittel des hiesigen physiologischen Instituts gütigst gestattet, wofür ich ihm hier meinen besten Dank ausspreche.

Erklärung der Abbildungen.

Mit Ausnahme von Fig. 5 auf Tafel II und Fig. 1 *a* und 1 *b* auf Tafel III rühren alle abgebildeten Curven von Kaninchen mit natürlicher Respiration her, deren Vagi am Halse durchschnitten waren. Fig. 5 auf Tafel II wurde von einem Kaninchen mit natürlicher Respiration gewonnen, dessen Vagi erhalten waren, aber in Folge vorhergehender Versuche die Erregbarkeit ihrer Enden in der Schleimhaut der unteren Luftwege zum grossen Theile eingebüsst hatten. Fig. 1 *a* und 1 *b* auf Tafel III rühren von einem kleinen, vorsichtig durch Opium betäubten Hunde mit natürlicher Respiration her, dessen Vagi am Halse durchschnitten waren.

Bei Fig. 1 *a* und 1 *b* auf Tafel III sind ausser den Athembewegungen Herzschlag und Blutdruck durch ein Quecksilbermanometer verzeichnet. Die Curven auf Tafel I und II geben die durch die Respiration bedingten Volumschwankungen der Versuchsthiere wieder. Der ansteigende Theil der Athemwellen fällt mit der Inspiration, der absteigende mit der Exspiration zusammen. Die Verzeichnung erfolgte durch einen Marey'schen Cardiographen, der mit dem im Texte erwähnten Respirationskasten verbunden war. Die Athmungscurven auf Tafel III geben die Druckschwankungen in der Lunge bei der Respiration wieder. Der ansteigende Theil der Athemwellen entspricht hierbei der Exspiration, der absteigende der Inspiration. Der Cardiograph war in diesem Falle mit dem Seitenrohre einer in die Trachea eingeführten *T*-Canüle verbunden. Auf der Horizontalen unter jeder Curve sind die Schläge eines Metronoms durch einzeln stehende Striche verzeichnet. Die von je zwei hinter einander folgenden einzeln stehenden Strichen begrenzten Abschnitte der Horizontale haben den Werth von Doppelsecunden. Bei Fig. 1 *a* und Fig. 1 *b* repräsentirt diese Horizontale gleichzeitig die Abscisse der Blutdruckscurve. Die durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen höheren senkrechten Striche zeigen den Zeitpunkt und die Dauer eines experimentellen Eingriffes an.

Tafel I.

Fig. 1 und 2 geben die Veränderungen in den Athembewegungen bei Einwirkung von Chloroform auf das Athemcentrum wieder. Das Ende von Fig. 1 *a*, beziehungsweise von Fig. 2 *a*, ist unmittelbar an den Anfang von Fig. 1 *b*, beziehungsweise Fig. 2 *b* anzuschliessen. Bei Fig. 1 ist in dem Stadium der Verlangsamung der Athmung nur eine Verlänge-

rung der inspiratorischen Phase der einzelnen Athembewegungen wahrnehmbar. Bei Fig. 2 sind aber ausserdem der den Beginn der Chloroformwirkung signalisirende Exspirationstetanus und die später folgenden krampfhaften Exspirationen ausgeprägt. Die tiefe Stellung, welche der Stift des Cardiographen während des Exspirationstetanus und während der krampfhaften Exspirationen einnimmt, erweist den activen Charakter jener Exspirationsbewegungen. Der auf der Horizontalen verzeichnete Eingriff bedeutet Einathmen von Chloroformdämpfen durch eine Trachealfistel.

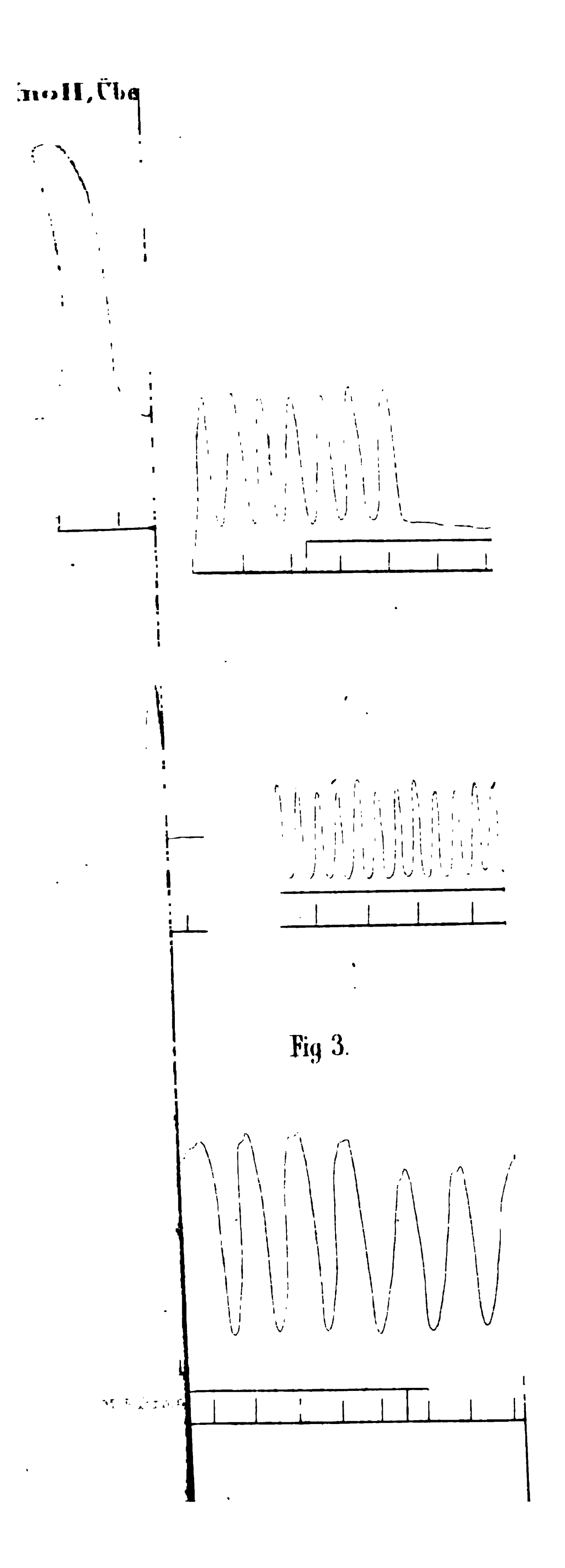
Tafel II.

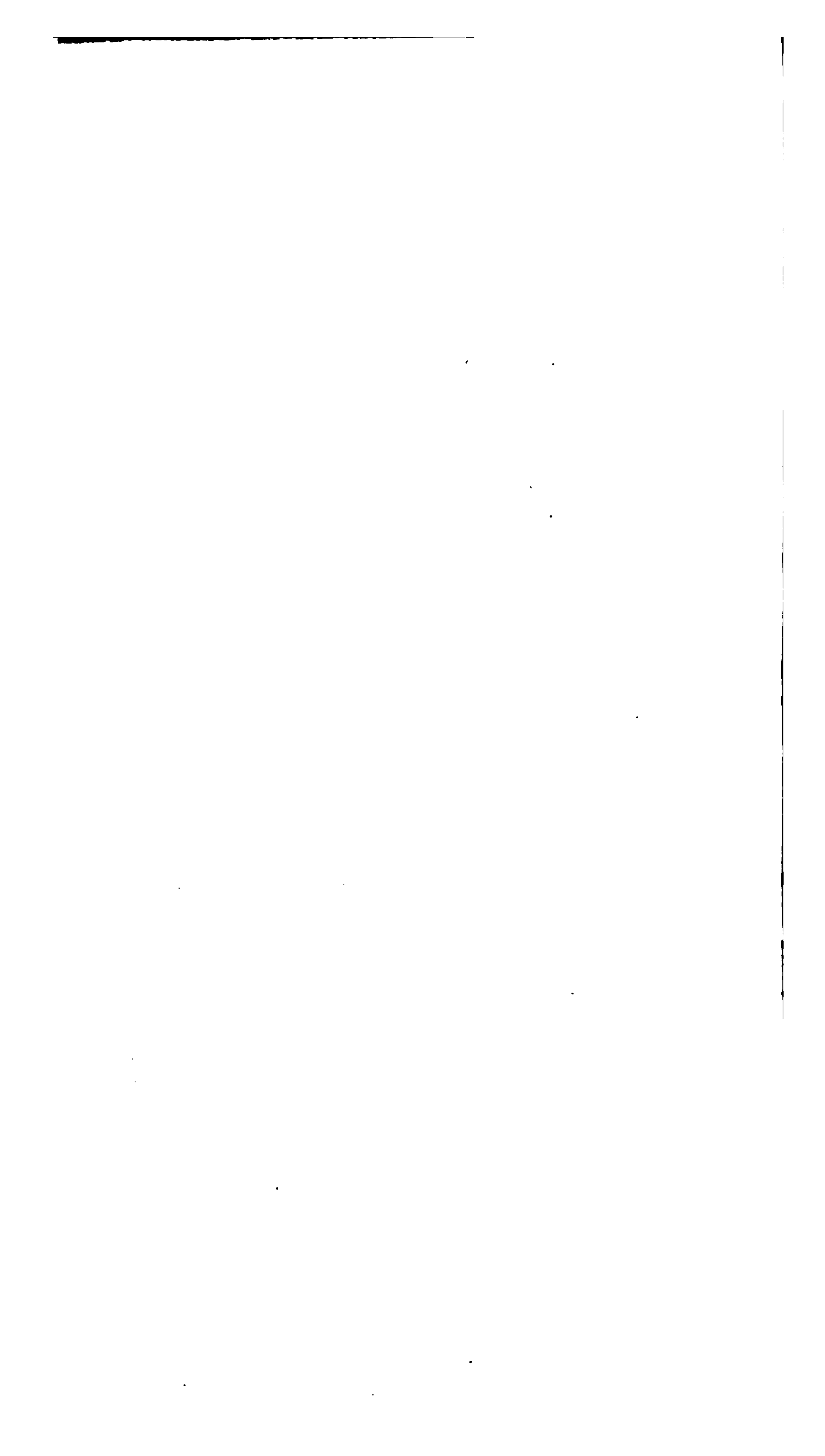
Fig. 1, 2 und 3 geben gleichfalls die Veränderungen der Athembewegungen bei Einwirkung von Chloroform auf das Athemcentrum wieder. Bei Fig. 1 und 3 erscheint der active Charakter einzelner krampfhafter Exspirationen besonders kräftig ausgeprägt. Fig. 2 gibt ein Bild des raschen, sprungweisen Erlöschens der Athmung bei verlangsamtem Athmen. Bei Fig. 4 *a* und 4 *b* sind die Veränderungen der Athembewegung bei Einwirkung von Äther auf das Athemcentrum verzeichnet. Zwischen 4 *a* und 4 *b* hat das Versuchsthier durch 10 Minuten fortwährend Ätherdämpfe geathmet. Die Abflachung der Athembewegung erweist sich trotzdem als eine sehr mässige. Bei Fig. 5 ist der Übergang der Reflexwirkung in die Wirkung auf das Athemcentrum bei Einathmung von Chloroformdämpfen durch eine Trachealfistel wiedergegeben. Die reflectorische Verflachung der Athmung bei Tiefstand des Zwerchfells ist in diesem Falle gering und kurzdauernd. Bald nach Eintritt tieferer Athemzüge macht sich die Wirkung auf das Athemcentrum bemerkbar. — Der auf der Horizontalen verzeichnete Eingriff bedeutet Einathmen von Chloroform-, beziehungsweise Ätherdämpfen durch eine Trachealfistel.

Tafel III.

Auf Fig. 1 *a* ist bei *B* die Blutcurve und bei *A* die Athmungscurve verzeichnet. Der Eingriff *V* bestand in Reizung des rechten Halsvagus durch den inducirten Strom. Die während dem auf der Blutcurve zwischen *x* und *y* auftretenden Elevationen sind nicht durch Herzschläge, sondern durch die Athembewegungen des Versuchsthieres bedingt, die während der Vagusreizung sehr vertieft sind. Erst bei *y* beginnt das Herz wieder zu schlagen. Zwischen *α* und *α'* ist das Versuchsthier vollständig apnoisch. Fig. 1 *b* wurde von demselben Versuchsthiere, wie Fig. 1 *a* gewonnen. Zwischen der Verzeichnung von Fig. 1 *a* und jener von Fig. 1 *b* war ein Zeitraum von beiläufig einer Minute verstrichen. Die Bedeutung der Buchstaben *B*, *A*, *V*, *x* und *y* bei Fig. 1 *b* ist dieselbe, wie auf Fig. 1 *a*. Auch hier beginnt das Herz erst bei *y* zu schlagen. Bei *C* wurde $1/3$ Cc. Chloroform durch eine Jugularis in

76


Fig 3.



Knoll

B

das Herz injicirt. An Stelle der Apnoe tritt nach Wiedereintritt des Herzschlages unter diesen Umständen eine Anzahl sehr beschleunigter Athembewegungen mit rascher Verflachung und vollständigem Erlöschen der Athmung auf. Fig. 2 und 3 geben die Differenz in der Veränderung der Athembewegung bei Dyspnoe und bei Einwirkung von Chloroform auf das Athemcentrum wieder. *D* bedeutet auf beiden Figuren Dyspnoe, *C* Einathmen von Chloroformdämpfen durch eine Trachealfistel. Bei Fig. 3 wurde die Dyspnoe durch vollständigen, bei Fig. 2 durch unvollständigen Verschluss der Trachealfistel erzielt.

Über die amyloide Degeneration der Leber.

Von Prof. **Heschl** in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Seit durch Virchow das sogenannte Amyloid als eine eigenthümliche, den früher als speck- oder wachsartige Degenerationen bezeichneten Zuständen zu Grunde liegende, Substanz erkannt und später durch Kekulé und Schmidt der Nachweis geliefert wurde, dass diese Substanz stickstoffhältig sei und ihre weitere Zusammensetzung sie den Eiweisssskörpern unmittelbar anreihe, ist die Kenntniss der einschlägigen Localerkrankungen, wie der Substanz selbst nahezu gar nicht mehr gefördert worden. Es beruht dies auf den eigenthümlichen Schwierigkeiten der Untersuchung. Rokitansky [1] hat eine vollkommen befriedigende Darstellung des anatomischen Befundes gegeben, über welche auch seine Nachfolger bisher nicht hinausgekommen sind, wie denn auch Rindfleisch (1866) dem von ihm erhaltenen microscopischen Bilde die Deutung Rokitansky's untergelegt hat, die er auch durch eine im Wesentlichen mit der von Rokitansky gegebenen übereinstimmende Abbildung in seiner pathologischen Gewebelehre [2] zu illustriren sucht und also annimmt, dass in specie die amyloide Degeneration der Leber auf der gleichnamigen Degeneration ihrer Zellen beruhe.

Seither gilt allen Beobachtern die Sache als ausgemacht und selbst der neueste Schriftsteller H. Birch-Hirschfeld wiederholt in seinem jüngst erschienenen Lehrbuche der pathologischen Anatomie S. 33, diese Rokitansky-Rindfleisch-sche Ansicht, welche hierdurch nicht richtiger wird, wie ich denn

---

[1] S. Lehrbuch d. p. A. 1855, I. Band S. 326 und III. Band, S. 276.
[2] Z. B. 4. Auflage, S. 33.

auch schon lange dagegen Einsprache erhoben habe; da sie aber immer wieder vorgebracht wird, so will ich den wahren Sachverhalt einmal etwas ausführlicher darlegen.

Ich habe bereits anderweitig [1] mitgetheilt, dass ich zur richtigen Erkenntniss durch die Anwendung des in der sogenannten Leonhardischen violetten Schreibtinte enthaltenen Anilin-Farbstoffes als Reagensmitteis gekommen bin. Ich hatte mich bereits oftmals zur Kennzeichnung von sehr durchsichtigen, sogenannten colloiden oder schleimigen Gebilden und der darin lagernden oft sehr zahlreichen Kerne der Tingirung mit Leonhardischer Tinte bedient und arbeitete um so lieber mit diesem Mittel, weil es momentane Erfolge gibt; einmal nun bei Untersuchung einer Amyloid-Leber wollte ich erproben, ob in den von Rindfleisch abgebildeten und für amyloid degenerirte Leberzellen erklärten homogen aussehenden glänzenden Schollen und Ballen nicht doch irgendwie eine Spur von Kernen aufzufinden sei, wandte das bezeichnete Tinktions-Mittel an und erhielt das bereits 1875 mitgetheilte Resultat, dass Alles was schollig, glänzend und homogen war, sich roth, und alles Andere, Leberzellen, Gefässe, Kerne und Bindesubstanz sich blau und zwar Zellen und Kerne intensiv, kleine Gefässe und Bindesubstanz schwach färbten. An den scholligen Massen, den amyloid-degenerirten Theilen war auch nicht eine Spur von Kernen nachweisbar. Diess musste unmittelbar den Gedanken hervorrufen, dass es sich nicht um Degeneration von Zellen handeln könne; doch erschien mir dieser eine Fall nicht für ausreichend, weil in der gedachten Leber nur stark degenerirte und fast normale Läppchen vorhanden und die Anfänge des Processes und sein Fortschreiten nicht gut zu verfolgen waren, anderseits das neu gewonnene Reagens auf amyloide Degeneration auch erst selbst einer weiteren Prüfung bedurfte. Aber schon damals, 1871, zog ich, wie gesagt, den Schluss, dass es sich wenigstens nicht um Degeneration von Zellen handeln könne, denn es war doch wunderbar: während die noch deutlich als solche erkennbaren Leberzellen sich blau färbten, ihre Kerne deutlich erkennen liessen, konnte in keiner der rosenrothen Schollen auch nur eine Spur von Kernen nachgewiesen werden,

[1] Wiener medicinische Wochenschrift, 1875 Nr. 33.

es gab somit nur ganz normale und ganz degenerirte Zellen und nirgends auch nur eine Spur von Übergang, nirgends eine Zelle, welche eine theilweise Degeneration erkennen liess.

Als ich endlich nach mehrfachen Versuchen auch an anderen Organen das Reagens als sicher kennen gelernt und [1] bekannt gemacht hatte, folgte meine Übersiedlung nach Wien und damit die Gelegenheit an dem grossartigen Materiale des Wiener allgemeinen Krankenhauses die Untersuchung etwas rascher fortzusetzen, die denn auch in sehr kurzer Zeit abgeschlossen werden konnte, nachdem sie zu dem gleich näher auseinanderzusetzenden Resultate geführt hatte, dass die amyloide Degeneration nichts weniger als eine solche parenchymatöse Erkrankung der Leberzellen, sondern lediglich eine Ablagerung zwischen diese und die Gefässe, eine interstitielle Infiltration, um den am mindesten präjudicirlichen Ausdruck zu gebrauchen, sei.

Es wurde mir bei diesen Untersuchungen gleich anfangs unzweifelhaft, dass man mit der alten Jod-Schwefelsäure-Reaction niemals zu einem Urtheil über die Art und das Detail der Gewebs-Veränderung kommen konnte. Die Unsicherheit und Langsamkeit des Verfahrens und selbst im günstigen Ealle des Gelingens die Trübung und Verfärbung der Präparate bereiten der Untersuchung solche Schwierigkeiten, dass man selbst im günstigsten Falle und bei den einfachsten und am leichtest erkennbaren Geweben nur ganz ungenügende Objecte bekommt.

Indem ich daran gehe, die den einzelnen Phasen des Erkrankungsprocesses entsprechenden Resultate der Untersuchung, welche somit verschiedenen Stadien der Erkrankung entsprechen, die sich in immer gleicher Weise wiederholen, zu schildern, unterlasse ich es, wenigstens dermalen, die Einzelfälle je nach ihrem Vorkommen bei Caries, Tuberculose, Syphilis u. dgl. vorzuführen, weil die Untersuchung bisher wenigstens mir noch keine bemerkenswerthen Unterschiede gibt.

Die geringsten Grade der Erkrankung sind unzweilfelhaft jene, welche man von blossem Ansehen, macroscopisch, gar nicht und nur erst durch die Resultate der vorgenommenen Prüfung

---

[1] L. c.

mittelst der Leonhardischen violetten Tinte oder des Dahliablau (Jodviolett) überhaupt aufzufinden vermag.

Ich habe von der Häufigkeit der Amyloid-Erkrankung bei der Tuberculose ausgehend, eine Zeit lang in allen vorkommenden Fällen von Tuberculose die Untersuchung der Organe auf Amyloid vornehmen lassen, aber meist negative Resultate erhalten. Einigemal jedoch kamen auch positive Erfolge. In der Leber erschienen die ersten Spuren amyloider Erkrankung entweder in den kleinen Arterien und im eigentlichen Leberparenchyme oder in letzterem allein, Veränderungen, die man weder mit freiem Auge erkennt, noch mit der Jod-Schwefelsäure-Reaction jemals ausmitteln kann.

In Bezug auf die Erkrankung der Arterien will ich gegenwärtig keine weitere Mittheilung, als die Bemerkung vorbringen, dass sie in gleicher Weise auch in den Arterien anderer Körpertheile beobachtet wird, eine eingehendere Darstellung vorbehaltend: sie kann, wenn sie nicht allzu beschränkt ist, nach vorgenommener Reaction in solchen Schnitten, die aus einer frischen Leber mit einem guten Doppelmesser entnommen sind, bereits leicht mit freiem Auge erkannt werden, da man die Stücke der rosenroth-tingirten Verästlungen der Gefässe leicht gewahr wird; die ersten Spuren der Erkrankungen des Parenchyms jedoch bedürfen eines sehr feinen und gut ausgepinselten Schnittes, um das Detail erkennen zu lassen, um brauchbare und zweifellose Präparate zu geben.

An solchen sieht man nun zunächst, dass eine Stelle des interstitiellen Lebergewebes, der Bindsubstanz der Leber, meist unmittelbar an einer Capillare, niemals jedoch deren ganze Circumferenz, sondern ein Theil derselben die rothe Färbung in charakteristischer Weise gibt: diese färbigen Stellen bilden (Fig. 1) bald mehr schmale, bald breitere Streifen von unbedeutender Länge in der Mitte am dicksten, daher etwas intensiver gefärbt, zuweilen mit fast verwaschenen Conturen unmerklich in das Bindegewebe der Nachbarschaft übergehend. Die Kerne der Capillaren erscheinen bläulich, ebenso einige Streifchen im interstitiellen Gewebe und intensiv gefärbt die Leberzellen; niemals ist etwas roth, was ein Zellkern, ein Theil einer Leberzelle, ein Kern der Gefässwand sein könnte.

Manchmal erhält man Präparate mit so sporadischer amyloider Erkrankung, dass man mehrere Gesichtsfelder absuchen muss, um nur eine einzige Erkrankungsstelle finden zu können. Hat man sich einmal an ausgepinselten Präparaten von diesem Vorkommen überzeugt, dann untersucht man nicht ausgepinselte Präparate und wird, wenn die Schnitte nur ganz fein sind, alsbald auf die bekannten rothen Flecken treffen und ihr Verhältniss zu den Leberzellen constatiren können. Man wird erkennen, dass sich ein solcher rother Flecken, welcher eine amyloid erkrankte Stelle bezeichnet, und eine Leberzelle niemals ganz decken, sondern wenn je scheinbar eine Leberzelle roth erscheint, sich durch genaue Einstellung des Microscopes überzeugen, dass die Leberzelle über oder unter der amyloid erkrankten Stelle liegt und das Roth der letzteren in diesem Falle durch das Blau der Zelle modificirt wird, ganz abgesehen davon, dass an einer solchen Stelle das Roth über die Zelle, oder letztere über das erstere hinausragen wird; niemals wird man an isolirten Leberzellen eine Spur von amyloider Reaction wahrnehmen; auch eine anderweitige Veränderung braucht an den Leberzellen nicht vorzukommen, obschon manchmal Fetttropfen, nach Umständen auch einige braune Pigmentkörnchen, erstere besonders bei Tuberculösen, sich darin finden können.

Das interstitielle Gewebe verhält sich sonst wie das normale, die Capillaren sind wie gewöhnlich, blutleer.

Die Gallenwege zeigen sich unverändert, ihre Epithelien tingiren sich schön blau.

In einem nächst höheren Grade der Erkrankung sind die Stellen, welche Amyloidsubstanz enthalten, reichlicher vorhanden, die einzelnen amyloiden Partien sind häufig etwas grösser namentlich dicker geworden, bieten mehr das bei höheren Graden vorkommende schollenartige Aussehen: es kommen jedoch ausser ihnen noch ganz kleine rothe Partikelchen bis fast zu molecularer Grösse herab vor. Man überzeugt sich wieder durch Untersuchen ausgepinselter und intacter Schnitte, sowie der herausgepinselten Theilchen, vor allem der Leberzellen, von dem früher beschriebenen gegenseitigen Verhältniss der amyloiden Substanz zu den Leberzellen und hat somit constatirt, dass zur Zeit, als die Erkrankung beginnt und in etwas fortgeschritten ist, keine Spur

einer Erkrankung gleicher Art an den Leberzellen zu sehen ist, sondern dieselbe sich nur im interstitiellen Bindegewebe — ausser den hier nicht in Betracht gezogenen kleineren Arterien — findet; jedoch findet sich selbstverständlich auch hier oftmals Fett in den Leberzellen, wie bereits früher erwähnt, und wird, im Vorbeigehen gesagt, dieses Fett durch die Anilinfarbe gewöhnlich ziemlich intensiv blau.

Dieser Grad der Erkrankung ist ziemlich häufig, wird jedoch mit freiem Auge gar nicht, und selbst mit dem Microscop ohne die Anilinreaction nur vermuthungsweise erkannt.

Nun kommen Fälle, in denen die Leber das lange bekannte, zuerst durch Rokitansky gehörig gewürdigte wachsartige Aussehen in mehr oder minder bedeutendem Grade hat, so dass man den Zustand mehr oder minder sicher macroscopisch an der eigenthümlichen Resistenz, Farbe, Glanz auf dem Durchschnitte u. s. f. zu erkennen vermag. Das microscopische Bild dieser Fälle ist der Hauptsache nach, auch von Rokitansky, wie schon erwähnt, vorzüglich geschildert worden, und besteht in der Aufhäufung jener eigenthümlichen halbfesten, durchscheinenden, und homogen aussehenden, scholligen Massen der sogenannten Amyloidsubstanz.

In Bezug auf die Quantität dieser Substanz, variiren die Fälle nicht bloss unter sich, sondern die einzelnen Stellen jeder Leber, ja, jedes *Acinus* selbst, indem die Erkrankung offenbar in den centralen Theilen der letzteren oftmals minder entwickelt und vorgeschritten ist, als in der Peripherie. Ist gleichzeitig, was jedoch nur an einzelnen kleinen Stellen vorkommt, das Capillarnetz einigermassen injicirt, so erhält man dann Bilder, wie sie Fig. 2 erkennen lässt. Das Capillarnetz der Leber wenigstens stellenweise Blutkörperchen enthaltend, unmittelbar daran die durch das Reagens roth tingirten amyloiden Schollen und zwischen diesen wieder die aus ihrem netzartigen Zusammenhange gedrängten, offenbar aber an Volumen reducirten, übrigens blau tingirten Leberzellen. Stellenweise verzweigen sich zwischen den amyloiden Anhäufungen und in diesen selbst, nur schwach bläulich tingirte, feinstreifige Fäden, welche durch darin vorhandene Kerne entweder als der Bindesubstanz angehöriges Gebilde oder als Gefässe sich manifestiren. So hat man alle Elemente bei-

sammen und in ihrer wechselseitigen Lage überschaubar. Wenn man solche Leber in Müller'scher Flüssigkeit und dann in Alcohol härtet, so bringt man damit die Amyloidsubstanz zum Schrumpfen und es treten dann die Ballen und überhaupt ihre Ansammlungen noch übersichtlicher hervor. Um jedoch in derartigen Präparaten wenigstens einigermassen die Anilinreaction zu erhalten, lege ich die feinen Schnitte auf 24 Stunden in destillirtes Wasser, versetze dieses mit etwas Salzsäure und lasse dann das Anilin einwirken. Man erhält auf diese Art die amyloiden Stellen violett bis rosa und die übrigen schwach blau; die Farben allerdings nicht so schön, wie bei frischen Präparaten, aber doch sehr distinct und hat den Vortheil, mühelos sehr feine Schnitte anfertigen zu können und das interstitielle Gewebe sehr deutlich zu erhalten; so scheiden sich die physiologischen Gewebselemente und die Amyloidsubstanz sehr scharf, was besonders für die Erkennung einander vertical deckender Theilchen von besonderem Werth ist. Man hat zweierlei Bilder: Inseln von Leberzellen oder von Capillaren begrenzt; in ersteren die Peripherie von Leberzellen gebildet, an sie unmittelbar Ringe von Amyloidsubstanz und darin irgend einen mehr oder minder vollständigen Capillar-Querschnitt, oder die Peripherie von einer Capillarschlinge gebildet, innerhalb den Ring des Amyloid's und in der Mitte eine oder ein paar Leberzellen. Selbstverständlich wird jeder Schnitt auch zahlreiche offene Capillarschlingen oder Leberzellenmaschen enthalten und dann nehmen die Amyloidmassen eben auch die entsprechenden Formen an.

Gewöhnlich zeigt sich das Leberparenchym — bekanntlich — bei allen höheren Graden von Amyloid-Degeneration sehr anämisch, daher bis auf wenige Stellen, in denen, wie in Fig. 2, etwa ein paar Blutkörper die Stellen der Capillaren anzeigen, die letzteren ganz zusammengezogen, und nur als spärlich tingirte streifige Gebilde mit ihren bläulichen Kernen erkennbar. Um nun die Frage der Durchgängigkeit des Leber-Capillarnetzes direct zu prüfen, liess ich in einem solchen Falle, bei dem die Anæmie durch vorläufige Prüfung mittelst Microscop festgestellt war, eine Injection durch die Leberarterie ausführen, die zwar nicht überall, aber an sehr vielen Stellen vorzüglich gelang, indem sich ein grosser Theil der intraacinösen Capillaren vollständig injicirt

zeigte, ohne dass eine andere Abweichung ihres Calibers, als wie sie zwischen vollen und leeren Capillaren sein muss, hätte erkannt werden können. Die Reaction mit Dahliablau gelang ganz vorzüglich und gab ein um so auffallenderes Bild, als zur Injection gelbe Masse, nach Frei (Microscop, 3. Auflage S. 104) verwendet worden war und somit durch Gelb die Gefässe, durch Roth das Amyloid und durch Blau die Leberzellen neben einander erkennbar waren. Leider entfärbt sich die gelbe Masse der gehärteten Präparate durch die Einwirkung auch sehr verdünnter Salzsäure, welche angewandt wird, um die rothe Farbe der amyloiden Substanz in solchen Schnitten zu erlangen, so dass ich keine bleibenden Präparate erhielt.

Geht man noch einen Schritt weiter, so findet man ein viertes Stadium. Hin und wieder schon in Lebern der eben beschriebenen Art, sowie bei noch höheren Graden der Erkrankung wird man Stellen gewahr, in denen die Reihen der Leberzellen durch Einlagerung von Amyloid geradezu unterbrochen sind, und nur noch einzelne oder wenige an einander gereihte, in ihrem Volumen sehr reducirte Zellen die ehemaligen Leberzellen-Reihen und Netze noch erkennen lassen; ja, es kommen dann Fälle vor, in denen nurmehr ein Häufchen bräunlicher Körnchen die Stellen repräsentiren, in denen ehemals die Leberzellen sassen: nur höchst vereinzelt ist daselbst noch ein Kern zu erkennen. Vergl. Fig. 3.

Die Amyloidsubstanz ist in solchen Fällen in derartigen Schollen angehäuft, die einigermassen an die Zeichnung Rindfleisch's erinnern können; neben denen jedoch jedesmal auch viel kleinere, bis zu molecularen Körnchen herab, vorkommen. Man überzeugt sich gleichzeitig von dem sehr ungleichmässigen Vorkommen der genannten Veränderung, indem Stellen weit vorgeschrittener Veränderung (meist in der Peripherie der Acini) und solche mit geringen Graden dicht neben einander liegen können.

Schon in den bisher beschriebenen Fällen dieser Erkrankung ist die Erscheinung auffällig, dass mit dem Vorschreiten der Entartung die Leber allmälig immer mehr an Consistenz und schliesslich auch an Cohärenz gewinnt, dass sie sich derber anfühlt und zäher, weniger zerreisslich wird. Dieser Dichtigkeits- und Cohärenz-Zunahme entspricht nun allerdings bis zu einem

gewissen Grade das Vorschreiten der Anhäufung amyloider Masse in dem Organe; es kommt aber noch ein anderes, bisher wenig beachtetes und irrig gedeutetes Symptom hinzu. In einer meist um $^1/_6$ bis $^1/_5$ vergrösserten eigenthümlich bräunlich aussehenden mit den bereits früher erörterten Eigenschaften amyloider Degeneration versehenen Leber von auffallender Consistenz-Zunahme finden sich Parthien von verschiedener, Haselnuss-, Wallnuss-Grösse, die eine fast weisse Farbe und sehr homogenes Aussehen haben. In diesen ist das eigentliche Lebergewebe, d. i. die Zellen sammt einem grossen Theile der Capillaren gänzlich geschwunden und bestehen sie lediglich aus Amyloid in einem mehr oder minder faserigen Gewebe, das nach vorgenommener Reaction blass bläulich erscheint und reichlich mit kleinen Kernen durchsetzt ist. Die Reaction mit Dahliablau ergibt das in Fig. 4 dargestellte Bild: das feinfaserige Bindegewebe, in welches die structurlose Bindesubstanz der Leber verwandelt erscheint, mit seinen blauen Kernen, dagegen die reichlichen Mengen Amyloid in den Zwischenräumen, hier in Form continuirlicher Streifen und Balken, sind von schön rosenrother Farbe. In der Nachbarschaft solcher Stellen finden sich stets die Reste der Leberzellen in Form bräunlicher Häufchen, wie sie vorhin beschrieben worden sind.

Dass sich neben solchen hohen Graden amyloider Affection der Leber noch die verschiedensten anderen Organe in gleicher Weise, wenn auch in verschiedenem Grade erkrankt zeigen, braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden.

Aus dem Gesagten erhellt, dass, wie Eingangs schon erwähnt, die als amyloide Degeneration der Leber bezeichneten Veränderungen der Leber, als eine interstitielle Infiltration der Leber mit consecutivem Schwund der Leberzellen und faseriger Umstaltung der Bindesubstanz der Leber anzusehen sind; dabei ist jede eigentliche amyloide Degeneration der Leberzellen gänzlich ausgeschlossen, umsomehr, als diese Substanz sehr wenig veränderlich ist, und die Leberzellen gewiss nicht, wie deutlich nachgewiesen wurde, zum Schwinden kommen könnten, sondern wenn amyloid erkrankt, übrig bleiben würden.

Woher nun diese amyloide Substanz kommt, das ist jetzt die Frage. Es lassen sich darüber auch von ferne keine sicheren

Anhaltspunkte gewinnen, sondern nur Vermuthungen aufstellen. Die Untersuchung anderer amyloid erkrankter Organe, selbst wenn sie zu sichereren Resultaten geführt hätte, als diess in der That der Fall ist, gibt keine genügende Aufklärung. Dort, wo die Dinge scheinbar am klarsten vorliegen in der Herzsubstanz und der übrigen Musculatur bildet die Amyloid-Substanz Scheiden von verschiedener Ausdehnung um die Primitivbündel. Aber auch hier gibt dies Verhalten keinen weiteren Aufschluss. Dass die Substanz unter die Eiweissderivate zu rechnen ist, wurde schon erwähnt, es soll hier noch daran erinnert werden, dass sie gegen die Verdauungsflüssigkeit sehr widerstandsfähig ist, so dass ich z. B. bei Verdauungsversuchen mit feinen Querschnitten von Herzsubstanz nach 36—48 Stunden den Muskel vollkommen aufgelöst, die aus Amyloid bestehenden Scheiden jedoch unter Erhaltung ihrer Reaction auf Dahliablau vollständig erhalten fand.

Andererseits folgt die Einlagerung dieser Substanz so genau den schon bestehenden Geweben, schiebt sich, diese auseinanderdrängend, zwischen sie hinein, geht mit einer faserigen Umbildung structurloser Bindesubstanz einher, entwickelt eine solche Dauerhaftigkeit und Beständigkeit, dass man sehr versucht ist, das Amyloid in demselben Sinne mit gewebebildenden Eigenschaften ausgestattet zu denken, wie das Collagen, das Elastin, denen es in der That auch sonst nahe steht und zwar um somehr, als sich in Knorpeln, namentlich jüngerer Individuen, auch in rhachitischen Knochen und Knorpeln eine Substanz von gleicher Reaction findet, wie erst noch neuerlich, z. B. Cornil, Compt. rendues, T. 80, S. 1238, mehrfach bekannt geworden ist und ich schon vor längerer Zeit durch eigene Anschauung erfahren hatte. Trotz allem ist jedoch die Bedeutung dieser Substanz keine bekannte; da sie im Blute nicht vorgebildet, bisher ein Lösungsmittel für sie nicht bekannt ist, dieselbe somit einmal irgendwo abgelagert, auch dort bleibend aufgespeichert wird, so kann sie nur als ein Product des Stoffwechsels und zwar eines durch die gleichzeitig vorhandenen Exudativprocesse veränderten Stoffwechsels angesehen werden. Leider lässt sich aus dem Verhalten gegen die Anilinfarbe nichts schliessen, was über die Natur des fraglichen Körpers Aufschluss gäbe; berücksichtigt man jedoch, dass nach den bisherigen Ergebnissen der Unter-

suchung der elementaren Zusammensetzung des Amyloides dieser Körper im Gegensatze zu den sonstigen Eiweissderivaten und dem Eiweiss schwefelfrei ist, während anderseits die neben der Amyloidbildung vorkommenden Exsudationen, namentlich die Exsudationen von Eiter an Schwefel reich sind, so könnte möglicherweise die Amyloidbildung die Bedeutung einer Verarmung der Albuminoide des Organismus an Schwefel haben, eine Vermuthung, deren Stichhältigkeit in weiteren Untersuchungen zu erproben sein wird, die aber, wenn sie sich richtig erweisen sollte, auch die Erklärung der Unbeständigkeit des Auftretens amyloider Erkrankung bei den verschiedenen Fällen einer und derselben Grundkrankheit in sich schliessen würde.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Beginn der Amyloid-Erkrankung: das Präparat zum Theile ausgepinselt, die Leberzellen erscheinen blau; das interstitielle Gewebe sehr blass-bläulich, die Kerne etwas dunkler, ebenso die Gefässe; die Amyloidsubstanz roth.

Fig. 2. Weiter vorgerücktes Stadium. Eine ziemlich continuirliche Schichte Amyloid lagert zwischen Leberzellen und den contrahirten blutleeren Gefässen; nur an zwei Stellen erkennt man noch Blutkörperchen.

Fig. 3. Die Leberzellen sind bis auf wenige Reste verschwunden; nur Streifen, den stark verkleinerten Zellen und ihren Reihen entsprechend mit etwas braunem Pigment sind übrig. Die Capillaren, wie bei 1 u. 2, blutleer, contrahirt.

Fig. 4. Faserige Umstaltung des Interstitial-Gewebes, Gefässe und Leberzellen nicht mehr erkennbar. Nur die (wie in den vorigen Figuren durch Dahliablau roth tingirte) Amyloidsubstanz und jenes Fasergewebe bilden die weisslichen Stellen in der Amyloid-Leber.

Heschl: Zur Amyloid Degeneration der Leber.

Fig. 1.

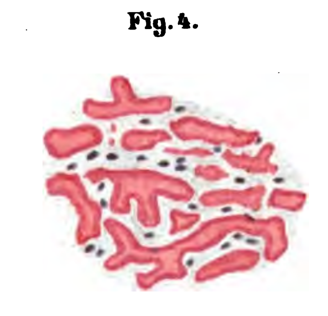
Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Gez. v Verf. lith v Dr. J. Heitzmann.

K.k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Sitzungsb. d.k. Akad. d.W. math. nat. Cl. LXXIV. Bd. III. Abth. 1876.

Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe

Von **Dr. Sigmund Mayer,**

a. ö. Professor der Physiologie und erstem Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

Fünfte Abhandlung.

Über spontane Blutdruckschwankungen.

(Mit 4 Tafeln.)

Auf der Naturforscherversammlung in Breslau im J. 1874 machte Herr Prof. Aubert aus Rostock eine kurze Mittheilung über spontane Blutdruckschwankungen. An der dem Vortrage folgenden Discussion betheiligten sich Herr Prof. Heidenhain und ich [2].

Über den fraglichen Gegenstand liegt mir nun eine sehr grosse Anzahl von Beobachtungen vor, welche ich während eines Zeitraumes von fünf Jahren gesammelt habe.

Auffallenderweise sind bis jetzt die von den Athembewegungen und den künstlichen Lufteinblasungen unabhängigen, ohne intendirten Eingriff von Seiten des Experimentators auftretenden Schwankungen des Blutdruckes nicht eingehend beschrieben und discutirt worden. Und doch scheinen mir dieselben aus mehrfachen Gesichtspunkten einer ausführlichen Besprechung werth zu sein.

Wie sich aus den weiter unten mitzutheilenden Thatsachen ergeben wird, lassen sich aus den verschiedenen Modalitäten des Auftretens der spontanen Blutdruckschwankungen einige nicht unwichtige Schlüsse ableiten über die Wirkungsweise der-

---

[1] Vergl. diese Sitzungsberichte, Bd. 64, 66, 68 und 73.

[2] Tageblatt der 47. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau 1874 p. 209

jenigen Mechanismen, welche in die Regulirung des arteriellen Blutdruckes eingreifen.

Wichtiger aber, als diese theoretische Seite des Gegenstandes erscheint mir seine Bedeutung für die experimentelle Praxis manometrischer Versuche. Letztere sind durch Ludwig's rastlose Thätigkeit heutzutage ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden zur Erforschung der Erscheinungen des Blutkreislaufes. Kein Biologe wird dieses Hilfsmittel, wenn er vor einschlägige Fragen gestellt wird, gerne entbehren wollen.

Es ist einleuchtend, dass jede experimentelle Methode, welche nur einigermassen complicirt ist, eine vorherige längere Zeit durchgeführte Einübung erfordert, wenn sie in der Hand des Experimentirenden die von ihm geforderten Dienste leisten soll. Eine derartige Einübung wird um so weniger Zeit erfordern, je weniger das mit dem Apparate zu untersuchende Object zu Veränderungen geneigt ist, welche in ihm selbst und nicht in der Versuchsanordnung begründet sind.

Diese Bedingung ist nun aber gerade bei kymographischen Versuchen durchaus nicht gegeben. Während die Technicismen in der Handhabung des Apparates keine besonderen Schwierigkeiten bieten, sind die im thierischen Organismus fortwährend, ohne Zuthun des Experimentators auftretenden Schwankungen im Zustande der irritabeln Bestandtheile in hohem Grade zahlreich und der Analyse schwer zugänglich.

Man wird daher bei kymographischen Versuchen darauf vorbereitet sein müssen, die durch willkührliche Eingriffe allenfalls zu producirenden Veränderungen im Blutdrucke durch spontane Schwankungen desselben gekreuzt zu sehen. Mit derartigen Schwankungen muss man also vertraut sein, wenn man nicht Gefahr laufen will, in grobe Irrthümer zu verfallen.

Nur durch sehr gehäufte Versuche lässt sich diejenige Übung in der Beurtheilung von Blutdruckcurven gewinnen, welche geeignet ist, vor unrichtigen Deutungen zu schützen.

Sowohl vom theoretischen als auch vom practischen Gesichtspunkte erscheint es mir demnach nicht ungerechtfertigt, meine Erfahrungen auf diesem Gebiete in den nachfolgenden Blättern niederzulegen. Ich bin weit davon entfernt, zu glauben, den Gegenstand irgendwie erschöpfend behandeln zu können.

Ich bin vielmehr der Meinung, dass gerade aus dieser Mittheilung noch ganz besonders zu entnehmen sein wird, wie weit wir noch von einem durchgreifenden Verständnisse der physiologischen Verhältnisse des Blutkreislaufes entfernt sind.

In allen Versuchen wurde die Tracheotomie gemacht und ein Canüle in die Luftröhre eingebunden.

Wenn die Versuchsthiere durch Curare gelähmt werden sollten, wurde das Gift immer durch eine *Vena jugularis* injicirt.

Die mitzutheilenden Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf Kaninchen, bei denen die vorkommenden spontanen Schwankungen ganz besondere Beachtung verdienen; das Verhalten der uns hier beschäftigenden Erscheinung beim Hunde und der Katze werden wir ebenfalls vielfach zu berücksichtigen haben.

Bei der Besprechung der spontanen Blutdruckschwankungen wollen wir das Auftreten derselben beim nicht curarisirten, selbständig athmenden und beim curarisirten Thiere, bei dem regelmässige künstliche Ventilation unterhalten wird, gesondert behandeln. Wir beginnen mit den Erscheinungen beim nicht curarisirten Thiere.

I.

Unterzieht man die Blutdruckcurve eines ruhig athmenden Thieres, welches ausser den Athembewegungen keine irgend erheblichen Bewegungen mit anderen quergestreiften Muskeln ausführt, einer nähern Betrachtung, so ergibt sich, dass dieselbe ausserordentlich häufig ausser den Schwankungen, welche den Herzcontractionen und den Athembewegungen entsprechen, noch weitere Schwankungen aufzeigt [1]. Letztere können eine

[1] Der Kürze wegen wollen wir in dieser Abhandlung die durch die Herzcontractionen und die Athembewegungen (sowohl natürliche als künstliche) bedingten Blutdruckschwankungen als „Herzschwankungen“ und „Athemschwankungen“ bezeichnen. In Bezug auf letztere wollen wir ausserdem bemerken, dass wir an dieser Stelle nicht auf die denselben zu Grunde liegenden Momente eingehen können. Bekanntlich sind alle hiebei in Betracht zu ziehenden Verhältnisse noch nicht mit hinlänglicher Sicherheit aufgeklärt. Vergl. in dieser Beziehung die Schrift von Kuhn,

ausserordentliche Mannigfaltigkeit darbieten, welche sich am besten aus der Betrachtung der dieser Arbeit beigegebenen Copien der Originalcurven beurtheilen lässt.

Als erste und wichtige Eigenschaft dieser Schwankungen haben wir hervorzuheben, dass sie nicht etwa in regellosen Intervallen an der Blutdruckcurve erscheinen, sondern dass sie einen unverkennbaren Rhythmus einhalten. Dieser Rhythmus ist bei verschiedenen Thieren ein verschiedener; am häufigsten stösst man auf Fälle, in denen 6—9 Schwankungen in der Minute erfolgen. Fälle, in denen die Schwankungen unter 6 in der Minute bleiben, sind nicht häufig, ebenso steigen sie selten über 10 bis 14, immer möglichst normale Thiere vorausgesetzt. Nicht allein in Bezug auf die Anzahl der in der Zeiteinheit erfolgenden Schwankungen, sondern auch in Rücksicht auf ihre anderweitigen Eigenschaften ist eine grosse Mannigfaltigkeit zu beobachten. Was zunächst die Zeitdauer anlangt, während welcher die spontanen Blutdruckschwankungen zum Vorschein kommen, so sieht man dieselben oft lange andauern, zuweilen schwinden sie für einige Zeit, um sodann mehr oder weniger scharf ausgesprochen wieder aufzutreten. Diese Abwechslung tritt hervor, ohne dass von Seiten des Experimentirenden irgend ein Eingriff gemacht worden und ohne bemerkbare gröbere Veränderungen im Gesammtverhalten des Versuchsthieres.

Die einzelnen Schwankungen, welche bei demselben Versuchsthiere im Verlauf einer gewissen Zeit rhythmisch ablaufen, erweisen sich unter einander nicht immer von gleichem Aussehen. Wenn auch der wellenförmige Charakter bei allen ausgeprägt ist, so kann die Höhe der Wellen in den Schwankungen, die z. B. während einer Minute sich vollziehen, sehr in die Augen springende Verschiedenheiten zeigen. Ein sehr häufig vorkommender Fall ist der, dass auf je eine hohe Welle eine flache folgt, dann wieder eine hohe und eine daran sich schliessende flache u. s. w. Ganz dieselbe Verschiedenheit kann sich auch in Bezug auf die Zeitdauer einer wellenförmigen Schwankung zeigen, so dass auf eine Schwankung von längerer Dauer eine von kürze-

Over de Respiratie-Schommelingen der slagaderlijke Bloedsdrukking. Dissertation. Amsterdam, 1875.

rer folgt; hiedurch entstehen dann Curven von sehr eigenthümlichem Aussehen, in denen aber das Rhythmische des Vorganges bei näherer Betrachtung unschwer zu erkennen ist.

Wenn man schon an den Schwankungen, die sich innerhalb eines kurzen Zeitraumes an ein und demselben Versuchsthiere bemerken lassen, derartige Mannigfachheit des Verhaltens constatiren lässt, so zeigen die an verschiedenen Individuen zu gewinnenden Curven eine grosse Reichhaltigkeit der Formen, die wir in Nachfolgendem kurz zu charakterisiren versuchen wollen.

1. Die spontanen wellenförmigen Blutdruckschwankungen zeigen sich bei sehr verschiedenen Werthen des mittleren Arteriendruckes. Man sieht dieselben ebenso hervortreten, wenn der Druck nur 60—80 Mm. Hg. beträgt, als wenn sich derselbe bis zu 120—150 Mm. Hg. erhebt.

2. Die Athemschwankungen des Blutdruckes sind an den wellenförmigen Schwankungen desselben entweder sehr scharf oder minder deutlich ausgeprägt. Öfters sind sie der Welle so scharf aufgesetzt, dass man an der Blutdruckcurve ganz genau den Rhythmus der Athembewegungen bestimmen kann. In anderen Fällen wechseln Stellen, an denen jede Athemschwankung noch gut unterschieden werden kann, mit solchen, wo letztere entweder nur angedeutet oder kaum noch erkennbar sind. An ein und demselben Versuchsthiere können die wellenförmigen Schwankungen einmal die Athemschwankungen sehr scharf ausgeprägt zeigen, um sie sodann ganz kurze Zeit nachher kaum erkennen zu lassen.

3. Grosse Manigfaltigkeit des Verhaltens lässt sich constatiren in Bezug auf die Höhe der spontanen wellenförmigen Schwankungen. Der Gipfel der Welle kann so niedrig sein, dass man nur bei besonderer Aufmerksamkeit und bei Betrachtung der Curve von der Seite her das Vorhandensein der in Rede stehenden Schwankungen bemerkt. Der Umstand, dass gar nicht selten die Wellen so wenig scharf ausgeprägt sind, ist wohl Ursache davon, dass man bis jetzt diesen Schwankungen so geringe Beachtung geschenkt hat. Ist man einmal auf dieselben aufmerksam geworden, dann wird man bald gewahr werden, dass die Fälle, in denen sie zu fehlen scheinen, immer seltener wer-

den. Zuweilen ist allerdings selbst bei grösster Aufmerksamkeit an der Curve von den uns interessirenden wellenförmigen Schwankungen nichts zu entdecken. Im Verlaufe des Versuches sieht man dieselben dann öfter plötzlich auftauchen und für lange Zeit andauern.

Wenn man über ein sehr grosses Versuchsmaterial verfügt, dann wird man in der Lage sein, spontane wellenförmige Schwankungen zu registriren, in denen der Abstand des Wellengipfels von dem Wellenthale zwischen 3 und 20 Mm. betragen kann.

Durch die wellenförmigen Schwankungen werden also Veränderungen im absoluten Werthe des arteriellen Druckes bedingt, welche sich zwischen 6 und 40 Mm. Hg bewegen können.

Wenn die wellenförmigen Schwankungen des Blutdrucks sehr hoch sind, was gerade nicht allzu häufig zur Beobachtung kommt, dann zeigen sie die grösste Ähnlichkeit mit denjenigen periodischen Druckänderungen, welche Traube zuerst beim Hunde entdeckt, Hering später näher analysirt hat, und auf die wir im Verlaufe dieser Arbeit noch werden zurückzukommen haben.

Wenn wir oben bemerkt haben, dass die Unbekanntschaft mit dem Vorkommen spontaner Druckschwankungen leicht Anlass zu Irrthümern in der Deutung kymographischer Versuche geben kann, so ergibt sich aus den eben gemachten Angaben über die Grenzen, innerhalb derer sich diese Schwankungen bewegen, dass es sich hier nicht etwa um unbedeutende kaum in die Waagschale fallende Änderungen im Drucke handelt, sondern zuweilen um ganz ansehnliche Grössen. Denn eine Änderung im arteriellen Drucke im Werthe von 40 Mm. Quecksilber, welche auf irgend einen experimentellen Eingriff folgt muss immerhin schon als ein bemerkenswerther Erfolg angesehen werden.

Hier mag auch die Bemerkung Platz finden, dass die genannten Schwankungen noch leichter Anlass zu Täuschungen geben können in Versuchen, in denen die graphische Methode nicht angewendet wird und die Schwankungen der Quecksilbersäule direct beobachtet werden. In letzterem Falle kann das rhythmisch Wiederkehrende des Vorganges, welches bei der

kymographischen Aufzeichnung bald auffallen muss, weniger leicht in die Augen springen.

4. Was das Verhalten der Pulsfrequenz betrifft, so stellt sich das für die weitere Analyse der wellenförmigen Schwankungen sehr wichtige Verhalten heraus, dass die Anzahl der Herzcontractionen im auf- und absteigenden Schenkel in weitaus der Mehrzahl der Fälle ganz dieselbe bleibt. Hie und da erscheinen im absteigenden Schenkel einige Pulse mit verlängerten diastolischen Pausen, so dass die Zahl der Herzschläge in dem genannten Theil der Welle verringert ist.

Aus dem Aussehen der Aufzeichnung der Herzschläge lässt sich auch kein Anhaltspunkt entnehmen, um denselben in den verschiedenen Abschnitten der Welle eine verschiedene Energie zuzuschreiben.

5. In Bezug auf die Steilheit des Aufsteigens und Abfallens verhalten sich die beiden Schenkel der Welle für gewöhnlich ganz gleich. Kleine Differenzen, die bezüglich dieses Punktes an den Wellen zu bemerken sind, erscheinen ohne weitere Bedeutung.

Beim curarisirten Thiere sind im Wesentlichen dieselben Erscheinungen wahrzunehmen, wie beim selbständig athmenden. Die wichtigste Differenz welche sich hier ergeben hat, ist die, dass die Anzahl der in der Minute erfolgenden Schwankungen beim curarisirten Thiere häufig eine viel grössere ist, als beim selbständig athmenden. Obwohl auch bei ersterem die Mehrzahl der Fälle 7—10 Schwankungen in der Minute erkennen lässt, so kann sich die Zahl derselben doch gar nicht selten auf 12—20 und darüber erheben.

In Bezug auf alle oben bereits angeführten Punkte, wie Höhe der Wellen, Ausgeprägtsein der den Einblasungen entsprechenden Schwankungen u. s. w. gilt das von den Erscheinungen beim nicht curarisirten Thiere Gesagte.

Ausser den eben geschilderten rhythmischen Schwankungen des Blutdruckes bemerkt man dann noch öfters Schwankungen, welche ohne bemerkbaren Rhythmus und regellos an der Curve erscheinen. Der Charakter dieser Schwankungen ist ebenfalls wellenförmig; die Höhe dieser Wellen kann dieselben Unterschiede zeigen, wie die rhythmischen Schwankungen.

Die nicht streng rhythmischen wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes verdienen ebenfalls sehr die Beachtung des experimentirenden Physiologen, da sie leicht Anlass zu Verwechslungen geben können. Um sich vor letzteren zu schützen, wird es immer gerathen sein, die Blutdruckcurve eine Zeit lang zu beobachten, ehe man daran geht die Wirkung eines Eingriffes zu studiren.

Endlich soll noch bemerkt werden, dass man gar nicht selten an nicht curarisirten Thieren bemerkt, wie mit mehr oder weniger starken Muskelcontractionen Schwankungen des Blutdruckes einhergehen, die, nach unserer obigen Definition schon nicht mehr zu den spontanen Schwankungen gerechnet werden können. Insbesondere sieht man gar nicht selten bei Kaninchen die bereits längere Zeit aufgebunden liegen, eigenthümliche zitternde an Fieberschauer erinnernde Bewegungen auftreten, welche regelmässig mit einer Schwankung im arteriellen Blutdrucke einhergehen Dieser Art von Schwankungen des Blutdruckes wollte ich hier nur flüchtig Erwähnung thun, da ihr Zusammenhang mit den zitternden Bewegungen des Thieres in den Fällen, in denen letztere nur sehr wenig ausgesprochen sind, und die Aufmerksamkeit des Beobachters auf andere Dinge gerichtet ist, übersehen werden könnte.

Die mitgetheilten Thatsachen, welche wir im weiteren Verlaufe dieser Mittheilungen noch vervollständigen werden, dienen uns als Grundlage einiger Betrachtungen über die Entstehungsweise und die Bedeutung der spontanen wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes.

II.

Wir beginnen mit der Analyse der rhythmischen Schwankungen des selbständig athmenden Thieres (Kaninchen).

Aus dem oben angeführten Verhalten der Pulsfrequenz im Verlaufe der spontanen wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes lässt sich mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit entnehmen, dass die periodischen Änderungen im Blutdrucke nicht bedingt werden durch periodisch hervortretende Änderungen in der Frequenz der Herzschläge. Wenn hie und da im Verlaufe einer Blutdruckwelle Änderungen im Herzschlage ein-

treten, so sind diese als zufällig mit der ersteren zusammenfallend und nicht als in ursächlicher Verknüpfung stehend anzusehen [1].

Indem wir aber, nach Ausschluss der Herzthätigkeit, die fraglichen Schwankungen als im Gefässsystem hervorgerufen ansehen, werden wir sofort wieder an diejenigen Schwankungen erinnert, welche in der neueren Zeit gewöhnlich als Traube-Hering'sche Perioden bezeichnet werden. Nachdem bereits Traube [2], der Entdecker der uns hier beschäftigenden Erscheinungen, früher von ihm über dieselben gehegte Ansichten verlassend, dieselben als durch periodische Thätigkeitsäusserungen des vasomotorischen Nervencentrums in der *Medulla oblongata* bedingt angesehen hatte, gelangte Hering [3] nach genauer Untersuchung dieses Gegenstandes zu folgenden Aufstellungen:

1. Die von Traube entdeckten wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes (bei Hunden und Katzen) sind durch die rhythmische Thätigkeit des respiratorischen Nervencentrums bedingt.

2. Die wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes werden nicht vom Herzen erzeugt.

3. Die wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes werden vom Gefässsysteme erzeugt. Ausserdem zeigte Hering, dass die beschriebenen wellenförmigen Schwankungen dann mit Vorliebe auftreten, wenn das Arterienblut eine gewisse venöse Beschaffenheit angenommen hat. Es ist nicht nothwendig, dass man, um diese Bedingung herbeizuführen, nach dem Vorgange

---

[1] Bei Kaninchen treten gar nicht selten (spontan?) Unregelmässigkeiten im Herzschlage auf. Diese Unregelmässigkeiten erscheinen zuweilen mit einer gewissen Rhythmicität an denselben Stellen im Verlaufe einer wellenförmigen Schwankung und verleihen derselben so ein eigenthümliches Aussehen.

[2] Die Traube'schen Untersuchungen, die zuerst in der medicinischen Centralzeitung und im medicinischen Centralblatte veröffentlicht wurden, finden sich zusammengestellt in „Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie" von Dr. L. Traube, I. Bd. Experimentelle Untersuchungen. Berlin, 1871.

[3] Über den Einfluss der Athmung auf den Kreislauf. 1. Mittheilung: Über Athembewegungen des Gefässsystems. Wiener Sitzungsberichte, Bd. 60, 1869.

von Traube, die künstliche Respiration des curarisirten Thieres vollständig aussetzt; es gelingt vielmehr leicht durch äusserst frequente Lufteinblassungen von sehr geringem Umfang das Blut in einen Zustand zu versetzen, in welchem an der Blutdruckcurve für lange Zeit die wellenförmigen Schwankungen erscheinen. Mit wachsender Dauer des Versuches geräth das Blut leichter in den Zustand, in welchem es das Auftreten der Schwankungen begünstigt; nach längerem Experimentiren an ein und demselben Thiere treten oft sehr schöne Wellen des Blutdruckes auf, ohne dass man auf die Regelung der Ventilation sonderliche Mühe verwendet.

Wenn wir die eben angeführten Ermittlungen über die beim Hunde und der Katze während der Curarevergiftung und bei mehr oder weniger ausgebildeter Venosität des Arterienblutes vorkommenden wellenförmigen Blutdruckschwankungen mit unserer Schilderung der spontanen wellenförmigen Schwankungen des selbständig athmenden Kaninchens vergleichen, so wird man die Berechtigung unseres obigen Ausspruches anerkennen, dass man bei Betrachtung der einen Erscheinung an die andere „erinnert" wird. Keineswegs aber erscheint es gerechtfertigt, die beim selbständig athmenden Kaninchen hervortretenden wellenförmigen Druckschwankungen schlechtweg als Traube'sche Wellen zu bezeichnen, wie dies Cyon[1] und Latschenberger[2] und Deahna gethan haben. Die genannten Autoren haben sich nicht bemüht, für die von ihnen adoptirte Identität der in Frage stehenden Erscheinungen Beweise vorzubringen.

Obwohl wir nun ebenfalls, wie wir hier vorgreifend schon bemerken wollen, gestützt auf eine Reihe später vorzuführender Thatsachen, zu dem Schlusse kommen werden, dass zwischen den besprochenen Erscheinungen beim selbständig athmenden Kaninchen einerseits und bei curarisirten Hunden und Katzen mit etwas eingeschränktem Lungengaswechsel andererseits die engsten Beziehungen existiren, so müssen wir doch auseinander

---

[1] Zur Physiologie des Gefässnervencentrums. 1. Mitthlg. Pflüger's Archiv, Bd. IX, p. 499.

[2] Beiträge zur Lehre von der reflectorischen Erregung der Gefässmuskeln. Pflüger's Archiv, Bd. XII, p. 157.

setzen, dass die in der Arbeit von Cyon vorgebrachten Thatsachen nicht genügen, um diese Beziehungen zu statuiren.

Vorerst ist zu bemerken, dass Traube über den fraglichen Gegenstand weder an curarisirten noch an nicht curarisirten Kaninchen experimentirt hat; die vorliegenden Traube'schen Publicationen beziehen sich alle auf curarisirte Hunde. In der Abhandlung von Hering, der einzigen ausführlichen nach Traube angestellten Untersuchung über die wellenförmigen Schwankungen des Blutdrucks ist zwar ausdrücklich bemerkt, dass dieselben ausser bei Hunden auch bei Katzen und Kaninchen zum Vorschein kommen. Merkwürdigerweise scheint aber Cyon die Abhandlung von Hering gar nicht oder doch nur sehr ungenau gekannt zu haben: ebensowenig nehmen Latschenberger und Deahna von dieser Arbeit Notiz, obwohl aus derselben der einzige Anhaltspunkt zu entnehmen wäre, die in Frage stehenden Schwankungen an der Blutdruckcurve des Kaninchens mit den Traube'schen Wellen in Zusammenhang zu bringen. Es geht, so weit ich sehe, nicht an, ohne thatsächliche Unterlage, anzunehmen, dass die Verhältnisse beim Hund und beim Kaninchen sich ohne weiteres decken.

Zweitens beziehen sich die Traube'schen Angaben nur auf Hunde, die curarisirt waren und bei denen durch vollständige Sistirung der künstlichen Respiration der respiratorische Lungengaswechsel bedeutende Störungen erfuhr. Bei den Traube'schen Versuchen ging ausserdem mit dem Auftreten der Wellen ein bedeutendes absolutes Ansteigen des arteriellen Druckes einher; zudem waren in den Traube'schen Versuchen die *Nervi vagi* am Halse durchschnitten worden. Hering lehrte weiter die Schwankungen nicht nur durch vollständige Aufhebung des Lungengaswechsels vorübergehend, sondern auch durch Einschränkung des letzteren für lange Zeit an der Blutdruckcurve hervorzubringen.

Nach unseren oben mitgetheilten Erfahrungen treten beim Kaninchen spontane wellenförmige Schwankungen des arteriellen Blutdruckes hervor, ohne dass irgend eine der eben angeführten Bedingungen realisirt wäre. Die Versuchsthiere athmen selbständig durch eine Trachealcanüle, ohne dass ein Hinderniss für den normalen Ablauf des Gaswechsels nachzuweisen ist.

Da also in den Bedingungen, unter welchen die Traube-Hering'schen Versuche und die von Cyon und mir angeführten Beobachtungen angestellt wurden, so wesentliche Verschiedenheiten hervortreten, so kann die Identificirung beider Erscheinungen nicht so ohne weiters adoptirt werden; es müssen vielmehr für eine solche Behauptung weitere Beweise verlangt werden.

Cyon, der bei der Abfassung seiner Arbeit nur über ein sehr geringes Versuchsmaterial verfügt zu haben scheint, bemüht sich darzuthun, dass die beim selbständig athmenden Kaninchen vorkommenden von den Athembewegungen unabhängigen spontanen periodischen Blutdruckschwankungen durch Sauerstoffarmuth und Kohlensäurereichthum des Blutes bedingt seien. Er führt einen Versuch an, in dem die in Frage stehenden Schwankungen nach künstlicher Einblasung von Sauerstoff verschwunden seien; auch beruft er sich auf die vielfach circulirende Angabe, dass während der Apnoe der arterielle Druck absinke.

Nach meinen eigenen Erfahrungen über diesen Gegenstand kann ich nicht zugeben, dass Cyon durch die angegebenen Versuche am curarisirten Kaninchen die Abhängigkeit der wellenförmigen Schwankungen des selbständig athmenden oder des curarisirten Thieres vom wechselnden Gasgehalte des Blutes dargethan hat.

Erstlich ist sehr zweifelhaft, ob man durch Einblasungen von Sauerstoff wesentliche Veränderungen im Gasgehalte des Blutes herbeiführen kann. Wenn man aber Sauerstoff unter irgendwie beträchtlichem Drucke in die Lungen einbläst, dann sind die mechanischen Veränderungen im Blutstrome so bedeutend, dass die eintretenden Veränderungen im Blutdruck viel mehr hierauf, als auf die Änderung des Gasgehaltes zu beziehen sein dürften. Wenn nun schon aus dem angeführten Grunde auf die Angabe Cyon's, dass unter dem Einflusse der Sauerstoffeinblasungen die wellenförmigen Schwankungen aus der Blutdruckcurve verschwinden, wenig Gewicht zu legen ist, so erscheint mir diese Behauptung auch noch desswegen anfechtbar, weil sehr häufig die genannten Schwankungen spontan, d. i. ohne intendirten Eingriff des Experimentators verschwinden oder ausserordentlich flach werden. Dieser Umstand, den man bei der

Beschäftigung mit den fraglichen Schwankungen bald gewahren muss, ist von Cyon, der dieselben überhaupt nicht eingehender geschildert, wie mir scheint, übersehen worden.

Der Angabe gegenüber, dass in der Apnoe der Blutdruck sinke und dass dieses Absinken in einer Abschwächung der tonischen Erregung des cerebralen vasomotorischen Centrums begründet sei, muss ich ebenfals einwenden, dass diese Blutdrucksenkung ebenso wohl, ja, wie mir scheint, mit grösserer Berechtigung auf die abnorme Lungenausdehnung durch die Einblasungen, als auf den veränderten Gasgehalt des Blutes zu beziehen sei. In dieser Beziehung möchte ich noch auf die von mir angestellten Versuche [1] hinweisen, in denen ich durch periphere Vagusreizung auf dem Wege der durch Veränderungen im Herzschlage und den Athembewegungen hervorgerufenen Alterationen im Gasgehalte des Blutes eine Athempause erzielte, welche füglich nur als Apnoe zu betrachten war. Während dieses apnoischen Zustandes, welcher, wie bemerkt, ohne Zuhilfenahme starker künstlicher Lufteinblasungen erzielt wurde, war eine Absenkung des arteriellen Blutdruckes nicht zu beobachten.

Cyon gegenüber muss ich ausdrücklich hervorheben, dass ich sowohl beim selbständig athmenden Thiere (Kaninchen) als auch beim curarisirten, bei welchem regelmässige ausgiebige Ventilation unterhalten wurde, die wellenförmigen Blutdruckschwankungen beobachtet habe. Wenn ich in Fällen, in denen selbständig athmende Thiere die Wellen des Blutdruckes entweder gar nicht oder nur sehr flach erkennen liesen, durch Verengerung eines mit der Trachealcanüle in Verbindung gesetzten Kautschukschlauches den respiratorischen Gaswechsel in geringem Masse einzuschränken suchte, blieb dieser Eingriff gewöhnlich ohne Erfolg auf die uns hier beschäftigenden Druckschwankungen. Aus den eben angeführten Beobachtungen ist es wohl gestattet, zu schliessen, dass, beim Kaninchen wenigstens, auch unter Verhältnissen, in denen keine nachweisliche Beeinträchtigung des normalen Luftwechsels in den Lungen stattfindet, die

---

[1] Experimenteller Beitrag zur Lehre von den Athembewegungen Wiener Sitzungsberichte, Bd. 69, 1874.

Bedingungen zum Auftreten der wellenförmigen Blutdruckschwankungen gegeben sein können.

Dass jedoch eine venöse Beschaffenheit des Arterienblutes dem Hervortreten der wellenförmigen Schwankungen sich besonders günstig erweist, hat bereits Traube entdeckt; eine weitere Bestätigung dieser Thatsache ergibt sich aus den Angaben von Hering und Cyon, sowie aus meinen eigenen Beobachtungen an curarisirten Kaninchen und denen von Heidenhain[1]. Dieser Forscher bemerkt, dass ihm die Blutdruckwellen besonders häufig bei Hunden nach ausgiebigen Blutentziehungen aufgestossen seien. Nun dürfte es aber kaum zu bezweifeln sein, dass starke Blutverluste ähnliche Folgen für den Sauerstoffgehalt der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit haben, wie venöse Beschaffenheit des arteriellen Blutes.

Beim näheren Eingehen auf die Untersuchung der Ursachen der wellenförmigen Blutdruckschwankungen beim selbständig athmenden Kaninchen wird es erspriesslich sein, zunächst anzuknüpfen an die Sätze, welche Hering in seiner Arbeit über die Blutdruckwellen bei curarisirten Hunden und Katzen aufgestellt und begründet hat.

Auf die Unabhängigkeit der Schwankungen von der Herzthätigkeit haben wir bereits oben hingewiesen und brauchen desswegen an dieser Stelle nicht weiter auf diesen Punkt zurückzukommen.

Wenn es somit als sicher angenommen werden kann, dass die wellenförmigen Schwankungen von rhythmischen Vorgängen in den irritabeln Bestandtheilen der Gefässwandungen abhängig sind, so fragt es sich doch weiter, ob diese rhythmischen Vorgänge in den nervösen Centren, im Verlaufe der peripherischen Nerven für die Gefässmuskulatur oder in der Wandung der Gefässe selbst primär eingeleitet werden.

Traube hat bereits behauptet, dass die wellenförmigen Schwankungen centralen Ursprunges seien; Hering hat sich dieser Meinung mit einer wesentlichen, alsbald näher zu besprechenden Modification angeschlossen.

---

[1] Über bisher unbeachtete Einwirkungen des Nervensystems auf die Körpertemperatur und den Kreislauf. Pflüger's Archiv, Bd. III, p. 521.

In der That weisen alle Beobachtungen darauf hin, dass die erwähnten Schwankungen nur dann auftreten, wenn das cerebrale vasomotorische Centrum functionsfähig ist, und wenn dasselbe in unversehrtem Zusammenhange mit den nach der Peripherie leitenden Bahnen steht.

Nach Verschluss sämmtlicher Hirnarterien, ebenso wie nach Durchtrennung des Rückenmarkes am Halse werden bekanntlich die Gefässmuskeln sämmtlicher Gefässbezirke oder doch des grössten Theiles derselben des normalen vom Gehirn ausgehenden Tonus beraubt. Die genannten Eingriffe bringen nun nicht allein ein bedeutendes Absinken des arteriellen Druckes zu Wege, sondern es schwinden in Folge derselben auch die früher vorhandenen rhythmischen Schwankungen aus der Blutdruckcurve. Die Abhängigkeit der Blutdruckwellen von dem cerebralen vasomotorischen Centrum ergibt sich sehr schlagend aus den Beobachtungen über die Erholung des Gehirnes nach der Wiederfreigebung der verschlossenen arteriellen Blutbahnen; mit dem Wiederbeginnen der temporär unterdrückten Hirnfunctionen treten auch an der Blutdruckcurve wieder rhythmische Schwankungen auf, wie ich diess in der 4. Abhandlung dieser Studien näher beschrieben habe.

In der Arbeit von Cyon findet sich der Satz: „Die Traube'schen Schwankungen sind durch Reizungen der im Gehirn und in der Peripherie gelegenen vasomotorischen Centra durch CO_2-Anhäufung (oder O-Mangel), vielleicht auch durch das Verschwinden der Curarevergiftung bedingt."

Zu dieser Behauptung möchte ich bemerken, dass der centrale Ursprung der Traube'schen Wellen, wie es auch bereits von Traube und Hering angenommen wurde, unbestreitbar erscheint. Aus den Cyon'schen Untersuchungen aber lässt sich Nichts entnehmen, was dessen Behauptung stützen könnte, dass auch in der Peripherie gelegene Centren an der Hervorbringung der rhythmischen Blutdruckschwankungen betheiligt seien. So lange für die Existenz peripherer nervöser Centren für die Gefässinnervation keine weiteren Beweise erbracht sind und speciell deren Betheiligung bei dem Zustandekommen der wellenförmigen Blutdruckschwankungen nicht besser erwiesen ist,

als bisher, muss ich an der Behauptung festhalten, dass die in Frage stehenden Blutdruckschwankungen unbedingt auf die Intervention des cerebralen Centrums für die Gefässinnervation angewiesen sind. Ich werde zwar später Thatsachen vorzuführen haben, welche bei oberflächlicher Betrachtung zur Annahme führen könnten, dass auch nach functioneller Ausschaltung des Gehirnes noch rhythmische vom Gefässsystem abhängige Schwankungen des Blutdruckes vorkommen können. Da die Erscheinungen, die ich hier im Auge habe, mit den uns beschäftigenden Blutdruckschwankungen zwar äusserlich einige Ähnlichkeit haben, ihren Ursachen nach sich aber weit von denselben entfernen, so kann erst weiter unten näher auf dieselben eingegangen werden.

Aus einer Reihe von Beobachtungen hat Hering den Schluss gezogen, dass die wellenförmigen Schwankungen entstehen durch eine periodische, der Innervation der quergestreiften Athmungsmuskeln associirte Innervation der durch das Curare nicht gelähmten Gefässnerven.

Wenn wir die oben erwähnte Thatsache in Erwägung ziehen, dass beim athmenden Kaninchen die durch die Innervation der Athemmuskeln bewirkten Druckschwankungen den grösseren wellenförmigen Schwankungen ganz deutlich aufgesetzt erscheinen, so könnte man leicht zu dem Gedanken verleitet werden, dass hier von einem Zusammenhange des Innervationsrhythmus für die Athembewegung mit dem Innervationsrhythmus für die Contraction der Blutgefässe keine Rede sein könne.

In der That würde die Annahme, dass vom Athemcentrum nicht allein Innervationen für die Athmungsmuskeln sondern auch solche für die Gefässmuskeln ausgehen, wenig Ansprechendes haben, wenn man die Vorstellung hegte, dass die Innervationen für die Gefässnerven ebenso direkt vom Athemcentrum nach der Peripherie strömen, wie dies bei den Nerven für die Athmungsmuskeln der Fall ist. In dieser Weise fassen wir jedoch den Zusammenhang zwischen Athmungs- und Gefässinnervation nicht auf; wir glauben vielmehr, dass vom Athemcentrum rhythmische Impulse nach dem Centrum für die Gefässinnervation abströmen, welche durch ihre Ansammlung rhythmisch eine Verstärkung des Tonus dieses Centrums hervorbringen.

Wir denken uns also zwischen das Athemcentrum und den peripherischen gefässbewegenden Apparat ein Centrum eingeschaltet, welches in tonischer Erregung sich befindet; diese tonische Erregung kann in ihrer Intensität vom Athemcentrum her in der Weise beeinflusst werden, dass bei normaler Action des letzteren sich erst mehrere von dort kommende Innervationen summiren müssen, um gleichsam eine Entladung des Centrums für die Gefässinnervation hervorzurufen.[1]

Indem wir also für die wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes beim athmenden Kaninchen sowohl als beim curarisirten, im Anschlusse an Hering die Behauptung aufstellen, dass dieselben bedingt werden durch eine vom Athemcentrum ausgehende centrale Innervation der Gefässe, haben wir als Stütze für diese Behauptung noch nachfolgende Beobachtungen ins Feld zu führen.

1. Alle diejenigen Momente, welche nach den Ermittelungen von Hering beim Hunde das Auftreten der Schwankungen begünstigen, erweisen sich auch beim Kaninchen der Ausbildung derselben vortheilhaft. Bei Thieren, die durch längere Dauer des Versuches bereits etwas erschöpft sind, treten sie leichter auf, als bei solchen, deren Athemcentrum auf die Änderungen des Gasgehaltes im Blute noch zu stürmisch reagirt sind.

Durch sehr frequente aber sehr oberflächliche Einblasungen kann man die Wellen für längere Zeit an der Blutdruckcurve hervorrufen; es ist nicht nothwendig, dass der Druck hiebei auch absolut bedeutend in die Höhe geht.

2. Aus sehr vielen Beobachtungen geht hervor, dass die Wellen dann mit Vorliebe auftreten, wenn das Athemcentrum aus irgend welchem Grunde seine Innervationswellen verlang-

[1] Auf die von Schiff in der jüngsten Zeit angeregte Frage, in wie weit bei den oben von uns als Athemschwankungen des Blutdruckes bezeichneten Erscheinungen Blutgefässinnervationen im Spiele sein mögen, können wir hier nicht weiter eingehen. Cyon schreibt Hering die Ansicht zu, dass die gewöhnlichen respiratorischen Schwankungen des Blutdruckes von reflectorischen Erregungen von dem Lungengewebe aus abhängen. Es ist mir nicht klar geworden, durch welche Stelle in den bezüglichen Arbeiten von Hering Cyon veranlasst wurde, eine derartige Äusserung als von Hering herrührend anzuführen.

samt aussendet. Unter den Momenten, die hiezu Anlass geben, führen wir an: beiderseitige Durchschneidung der *Nervi vagi*, Schädigung der Functionen der vorderen Hirnparthien durch Narkotica, Beeinträchtigung der Erregbarkeit des Gehirns durch öfters eingeleitete vollständige Unterbrechung der Athmung oder Compression sämmtlicher Hirnarterien.

3. Die von mir [1] sehr zahlreich angestellten Versuche über die Wirkungen der Verschliessung und Freigebung der arteriellen Hirnblutgefässe haben manchen Anhaltspunkt geliefert für die Beurtheilung der uns beschäftigenden wellenförmigen Schwankungen. So stellte es sich heraus, dass bei sehr erregbaren Thieren kurze Zeit nach der Compression der Blutdruck enorm anstieg, Krämpfe ausbrachen und wellenförmige Blutdruckschwankungen nicht zu constatiren waren. Wenn durch öfters vorgenommene Compressionen von kürzerer Dauer die Hirnerregbarkeit herabgesetzt worden, dann fehlten die stürmischen Erscheinungen; die Folgen der Compression stellten sich langsamer ein; wenn vorher die Wellen fehlten, so traten sie dann gewöhnlich auf, wenn sie früher schon vorhanden, dann wurden sie etwas rascher und wohl auch höher.

Ganz besonders beweiskräftig für die Ansicht, dass die wellenförmigen Schwankungen beruhen auf einer den Athembewegungen associirten rhythmischen Innervation der Gefässe dürften die Erscheinungen sein, welche ich bei der Erholung des Gehirns beobachtet habe. Die Erregungen, welche das Athemcentrum nach der schweren Schädigung durch die vorausgegangene Ausschaltung aus der normalen Blutcirculation aussendet, folgen sich zuerst nur in langen Pausen. So lange das Thier keine selbständigen Athembewegungen in Folge der Lähmung des Gehirns ausführt, hat der Blutdruck einen sehr niedrigen Stand, und an der Curve erscheinen ausser den Herzschwankungen noch die durch die künstlichen Lufteinblasungen bedingten Athemschwankungen des Blutdruckes. Mit dem ersten Athemzuge aber, den das Thier ausführt, entsteht auch sofort

---

[1] Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe. IV. Abhandlung: Über die Veränderungen des arteriellen Blutdruckes nach Verschluss sämmtlicher Hirnarterien. Wiener Sitzungsberichte, Bd. 73, 1876.

eine Welle des Blutdruckes. An dieser Welle lässt sich der mechanische Effect der kurz dauernden Contraction der Athmungsmuskeln auf den Blutdruck unschwer von der langsam sich entwickelnden Gefässcontraction, welche die Welle bedingt, sondern. Um jeden Zweifel über die Entstehung der Wellen unter den eben angeführten Bedingungen zu zerstreuen, habe ich, nachdem einige Athemzüge abgelaufen waren, dem Versuchsthiere Curare bis zur vollständigen Lähmung der quergestreiften Muskeln injicirt. Die selbständigen Athembewegungen und die davon abhängigen Schwankungen des Blutdruckes verschwanden nun aus der Curve, die Wellen aber blieben in gleicher Weise wie vorher bestehen.

Mit dem Fortschreiten der Hirnerholung vermehrte sich sowohl die Anzahl der Athembewegungen als auch der wellenförmigen Blutdruckschwankungen in gleicher Weise. Der Vergleich der Blutdruckwellen des sehr langsam athmenden Thieres mit den Wellen des schon von vornherein der Curarevergiftung unterworfenen im gleichen Stadium der Erholung von dem durch Hirnarteriencompression hervorgerufenen functionellen Tode des Gehirnes bietet somit wichtige Stützen für den Schluss, dass die Anregung zu den Athembewegungen und zu den die Wellen des Blutdrucks hervorrufenden Bewegungen der Gefässe gleichzeitig von dem cerebralen Centrum ausgesendet werden.

4. Für die Betheiligung des Athemcentrums an der Hervorbringung der wellenförmigen Blutdruckschwankungen sprechen endlich auch die Erfahrungen, die mir vorliegen über den Einfluss der Durchschneidung und centralen Reizung der *Nervi vagi*. Bekanntlich ändern sich Typus und Rhythmus der Athembewegungen nach den genanten Eingriffen. Dasselbe gilt nun auch von den Blutdruckwellen; nach Durchschneidung der *Nervi vagi* habe ich in einem Versuche die Schwankungen von 16 auf 10 in der Minute sinken sehen.

Auf elektrische Reizung der centralen Stümpfe der *Nervi vagi* mit Inductionsströmen werden die Wellen unzweifelhaft verändert. Es zeigt sich aber hier dieselbe Mannigfaltigkeit der Erfolge, welche, nach dem Zeugnisse einer grossen Anzahl von Forschern, die elektrische Reizung der *Nervi vagi* auch in Bezug auf die Athembewegungen hervorbringt. Ebenso wie bei

letzterer Beschleunigung oder Verlangsamung, Stillstand in der Phase der Inspiration oder Exspiration beobachtet werden können, so zeigt sich in Bezug auf die wellenförmigen Schwankungen in Folge der centralen Vagusreizung Unterdrückung derselben bei Ab- oder Zunahme des mittleren Arteriendruckes, Beschleunigung oder Verlangsamung, Höher- oder Flacherwerden der Wellen.

Auf die Einzelnheiten der in den genannten Versuchen ermittelten Thatsachen wollen wir an dieser Stelle nicht weiter eingehen. Es genügt, gezeigt zu haben, dass die durch Reizung der *Nervi vagi* eingeleiteten spezifischen Reflexe auf das Athemcentrum sich auch an dem Verhalten der wellenförmigen Blutdruckschwankungen erkennen lassen.

Aus den vorstehenden Erörterungen wird sich zur Genüge ergeben, wie wenig wir die Meinung von Latschenberger und Deahna theilen können, nach welcher sämmtliche zur Beobachtung kommende wellenförmige spontane Blutdruckschwankungen auf reflektorische Erregungen des vasomotorischen Centrums zurückzuführen seien; die Möglichkeit, dass stetig wirkende wie immer eingeleitete sensible Reize hie und da zu einer periodisch auftretenden Innervation der Gefässnerven Anlass geben können soll jedoch keineswegs in Abrede gestellt werden. Wir müssen aber ausdrücklich hervorheben, dass wir durch die bis jetzt vorliegenden Thatsachen zu dem Schlusse geführt werden, dass die Erregungsnormen des vasomotorischen und des respiratorischen Nervencentrums im Wesentlichen dieselben sind, d. h. dass automatische und reflektorische Erregung in denselben stattfindet.

Für beide Centren sind wir trotz ihres in vielen Punkten differenten Verhaltens geneigt, im Anschlusse an die Rosenthal'sche Lehre von den Ursachen der Athembewegungen, der Automatie eine wichtige Rolle zuzuschreiben, wie ich dies anderenorts eingehender, auf Versuche gestützt, zu begründen versucht habe [1].

---

[1] IV. Abhandlung dieser Studien l. c.

III.

In Bezug au d ie Ursachen der arhythmischen Blutdruckschwankungen können wir uns kürzer fassen. Dieselben können ebensowohl durch Änderungen in der Herzthätigkeit als durch solche im Contractionszustande der Blutgefässe bedingt sein.

Mögen nun die Schwankungen im Blutdrucke vom Herzen oder vom Gefässsystem hervorgebracht sein, so viel ergibt sich aus allen einschlägigen Beobachtungen, dass auch hier das centrale Nervensystem eine wichtige Rolle spielt. Wenn der Einfluss des letzteren ausgeschaltet ist, dann zeigen Herzschlag und Blutdruck eine sehr grosse Stetigkeit.

Wenn es sich somit herausstellt, dass auf das Zustandekommen der arhythmischen Druckschwankungen das centrale Nervensystem einen wichtigen Einfluss übt, so können, wie es scheint, alle bekannten Erregungsformen desselben hiebei betheiligt sein. Die Herz- und Gefässnerven können sowohl durch psychische Alterationen, als auch durch irgend welche andere Änderungen im Stoffwechsel und auf dem Wege des Reflexes von ihren cerebralen Centren in einen Zustand vermehrter oder verminderter Thätigkeit versetzt werden, und so Anlass zu vorübergehenden Blutdruckschwankungen geben.

Schwierig und in sehr vielen Fällen kaum vorzunehmen ist jedoch die Entscheidung, welcher der genannten Factoren eine gerade zur Beobachtung gelangte Druckschwankung hervorgerufen hat. Jedenfalls ist es, wie sich aus der Gesammtheit unserer jetzigen Erfahrungen über die Innervation des Herzens und der Blutgefässe ergibt, eine einseitige Auffassung, wenn Latschenberger und Deahna alle spontanen Blutdruckschwankungen auf reflectorische Innervationen zurückführen wollen.

Bei der Beurtheilung der Entstehung arhythmischer Schwankungen darf man aber auch nicht übersehen, dass dieselben hie und da bedingt sein mögen durch Contractionen ausgedehnter Bezirke von glatten Muskelfasern (am curarisirten Thiere), durch Reizungszustände, die von den Schnittflächen peripherer oder centraler Nervensubstanz ausgehen u. s. w.

IV.

Wir wollen endlich noch näher auf eine ganz besondere Art von rhythmischen Blutdruckschwankungen eingehen, deren ich bereits oben flüchtig erwähnt, und von denen ich dort hervorgehoben habe, dass dieselben zu einer Verwechslung mit den Traube-Hering'schen Wellen Anlass geben können.

Die nun zu besprechenden rhythmischen Blutdruckschwankungen hat mein hochverehrter Freund Herr Professor Hering bereits vor mehreren Jahren sowohl in ihrer Erscheinungsweise als in ihren Ursachen im hiesigen physiologischen Institute bei Hunden, Katzen und Kaninchen demonstrirt. Es sind also im Wesentlichen die Ermittelungen Hering's, die ich in den nachfolgenden Zeilen vorführen werde, welche ich in vielfachen im Verlaufe mehrerer Jahre angestellten Versuchen zu bestätigen Gelegenheit hatte.

Die in Frage stehenden periodischen Druckschwankungen sind bedingt durch Interferenz der durch jeden Herzschlag hervorgerufenen Druckwelle mit den durch den mechanischen Einfluss der künstlichen Lufteinblasungen bedingten Wellen des Blutdruckes. Die Schwankungen können nur dann hervortreten, wenn die Zahl der Herzschläge nahezu mit der in derselben Zeiteinheit vorgenommenen Zahl von Lufteinblasungen zusammenfällt.

Bekanntlich fallen bei Thieren, welche möglichst normal sich verhalten, immer viele Herzcontractionen auf eine Athembewegung. Der durch letztere bedingten Welle im Blutdrucke (Respirationsschwankung) finden sich dann die durch die Herzcontractionen bedingten Schwankungen (Herzschwankungen) aufgesetzt. Dasselbe Verhalten kehrt wieder bei Thieren mit normaler Pulsfrequenz, die aus irgend einer Ursache keine selbstständigen dem respiratorischen Gaswechsel des Blutes zu Gute kommenden Athembewegungen ausführen können, und bei denen künstliche Lufteinblasungen im Rhythmus und vom Umfange der selbstständigen Respirationen vorgenommen werden.

Anders aber verhält sich die Sache, wenn die Herzcontractionen derart verlangsamt sind, dass Interferenzen zwischen den

Herzschwankungen und den Respirationsschwankungen auftreten können. Dann entstehen nicht mehr Respirationsschwankungen im Rhythmus der Einblasungen, denen die Herzschwankungen mit ihrem selbständigen Rhythmus aufgesetzt erscheinen, sondern Schwankungen besonderer Art.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass zwei Bedingungen erfüllt sein müssen, um die genannten Schwankungen, die wir kurz „Schwankungen durch Interferenz“ [1] nennen wollen, in die Erscheinung treten zu lassen, und zwar:

1. Bedeutende Verlangsamung der Herzcontractionen und
2. Eine im Verhältniss zur bestehenden Pulszahl sehr hohe Frequenz der Einblasungen, so dass Puls- und Respirationszahl nahezu zusammenfallen, und keineswegs mehr wie in der Norm mehrere Herzschläge während einer Respirationschwankung ablaufen. Da man bei Einleitung der künstlichen Respiration gewöhnlich beflissen ist, den natürlichen Rhythmus der Athembewegungen einzuhalten, so wird dieses Verhältniss sich leicht herstellen, wenn aus irgend einer Ursache, bei gleich bleibender Frequenz der Einblasungen, eine starke Verlangsamung der Herzschläge eingetreten ist.

Nach vielen vorliegenden Erfahrungen tritt eine solche sehr verlangsamte (aber dabei doch sehr regelmässige) Schlagfolge des Herzens ein in allen Fällen, in denen der arterielle Blutdruck sehr gesunken ist, sei es dass der niedrige Druck in einer bedeutenden Abnahme des Inhaltes des Gefässsystems oder in dem vollständigen Schwinden des Gefässtonus begründet ist.

Demgemäss wird man, sofern nur die Lufteinblasungen den oben geforderten Charakter besitzen, auf das Hervortreten der Schwankungen durch Interferenz rechnen können nach sehr starken Blutverlusten, nach Durchschneidung des Halsrückenmarkes und der wichtigsten peripheren vasomotorischen Nervenstämme, nach Ausschaltung des cerebralen Centrums für die Gefässinnervation, auf was immer für einem Wege dieselbe auch hervorgerufen sein mag, u. s. w.

Aus den vorstehenden Bemerkungen über die „Schwankungen durch Interferenz“ ergeben sich nun sofort diejenigen

[1] D. i. der Herz- und Athemschwankungen.

Momente, die man bei der Differentialdiagnose zwischen den genannten Schwankungen und den Traube-Hering'schen Wellen zu berücksichtigen hat.

1. Die Traube-Hering'schen wellenförmigen Blutdruckschwankungen erscheinen bei hohem Blutdrucke, hoher Pulsfrequenz und einer im Verhältniss zur Zahl der Herzcontractionen geringen Anzahl von Lufteinblasungen. Die „Schwankungen durch Interferenz" treten hervor bei niedrigem Blutdrucke, verlangsamter Herzthätigkeit und relativ raschem Rhythmus der künstlichen Respiration.

2. Die Traube-Hering'schen Wellen, wenn sie einmal bei fortdauernder künstlicher Athmung zum Vorschein gekommen sind, verändern ihr Aussehen auf eine eingetretene Änderung in den Lufteinblasungen nur insofern, als die im Verlaufe einer solchen Welle vorkommenden Respirationsschwankungen sich ändern; vollständige Sistirung der Einblasungen ändert entweder an dem Fortbestehen der Wellen für kurze Zeit gar nichts oder macht dieselben, entsprechend einer sich ausbildenden stärkeren dyspnoischen Erregung des Athmungscentrums rascher und tiefer.

An den „Schwankungen durch Interferenz" markirt sich jede Änderung in den Einblasungen durch eine Änderung ihres Charakters in Bezug auf Länge und Höhe der Wellen. Es liegt ganz in der Hand des Experimentators, durch Änderungen im Rhythmus der Einblasungen die Länge dieser Wellen willkürlich zu verändern. Vollständige Sistirung der künstlichen Respiration hat ein sofortiges Verschwinden der „Schwankungen durch Interferenz" aus der Curve des Blutdruckes zur Folge.

3. Die Traube-Hering'schen Wellen kommen nicht mehr zur Beobachtung, wenn der gefässbewegende Apparat ausser Thätigkeit gesetzt worden; unter denselben Bedingungen pflegen die „Schwankungen durch Interferenz" mit Vorliebe aufzutreten.

4. An den Traube-Hering'schen Schwankungen zeigen die Herzschläge weder im auf- noch im absteigenden Theile der Welle besondere Merkmale, welche auf die Intervention einer der Zahl oder Stärke nach wechselnden Herzthätigkeit bei der Hervorbringung der Wellen zu schliessen erlaubten. An den

„Schwankungen durch Interferenz“ bemerkt man, dass die den Herzschwankungen entsprechenden Zacken in den verschiedenen Theilen der wellenförmigen Schwankung von verschiedener Höhe sind. Dieses Verhalten der Herzschläge ergiebt sich mit Nothwendigkeit aus den Ausführungen über die Entstehungsweise der „Schwankungen durch Interferenz“.

5. Die „Schwankungen durch Interferenz“ erscheinen selbst unter den ihrer Entstehung möglichst günstigen Bedingungen immer viel flacher, als die Traube-Hering'schen Wellen.

Die „Schwankungen durch Interferenz“ entstehen, wie bemerkt, mit Vorliebe nach Eliminirung des Einflusses des Nervensystems auf die Blutgefässe und das Herz; das Auftreten derselben könnte leicht dazu verleiten dieselben aufzufassen als den Ausdruck einer rhythmischen, vom centralen Nervensystem unabhängigen Thätigkeit des Herzens und der Blutgefässe. Die vorstehenden Erörterungen werden das Unzulängliche eines derartigen Schlusses hinlänglich dargelegt haben [1].

---

[1] Hie und da bemerkt man an erstickenden Thieren in einem Stadium, in welchem die Functionen der grossen nervösen Centren bereits vollständig erloschen sind, eigenthümliche rhythmisch auftretende Intermissionen im Herzschlage. Hiedurch können ebenfalls periodische Schwankungen im Blutdrucke hervorgerufen werden. Die Natur dieser Schwankungen lässt sich nach den vorstehenden Erörterungen ohne Schwierigkeit feststellen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Sämmtliche Curven stammen vom selbständig athmenden Kaninchen; mit Ausnahme von Curve 2, 3 und 4, welche von einem Fick'schen Federmanometer aufgeschrieben wurden, sind dieselben mit dem Quecksilbermanometer gewonnen. Der absolute Druck wird an den mit letzterem gezeichneten Curven in bekannter Weise ermittelt. In den mit dem Federmanometer gewonnenen Curven entsprechen nach einer empirischen Graduirung ungefähr 18 Mm. Abstand von der Abscisse 40 Mm. Hg. Nulllinie ist diejenige gerade Linie, mit welcher der wirkliche oder der Raumersparniss verschobene Nullpunkt der Scala zusammenfällt. Die Zeitmarken sind auf Tafel I, ebenso wie auf allen übrigen, Doppeltsecunden. In Curve 1 bei *St* Stillstand der Trommel.

Tafel II.

Sämmtliche Curven sind von einem Quecksilbermanometer aufgezeichnet; Curve 10—15 stammen von selbständig athmenden, Curve 16 und 17 von curarisirten Kaninchen.

Auf Curve 16 wurde bis *a* in gewöhnlicher Weise künstliche Athmung vorgenommen; jede Einblasung markirt sich deutlich im Blutdrucke. Von *a* bis *b* wurden sehr rasche und oberflächliche Lufteinblasungen gemacht, die an der Blutdruckcurve nur undeutlich zu erkennen sind. Von *b* an wurde dann die künstliche Athmung vollständig ausgesetzt.

Curve 17 stammt von einem Kaninchen, dessen Gehirn nach einer länger dauernden Compression seiner sämmtlichen Arterien wieder zu fungiren beginnt. Bei *a* wurde etwas Curare in eine Vene eingespritzt, um die Curarelähmung vollständig zu machen. Von *b* bis *c* wurde die künstliche Respiration vollständig unterbrochen. Bei *St* Stillstand der Trommel.

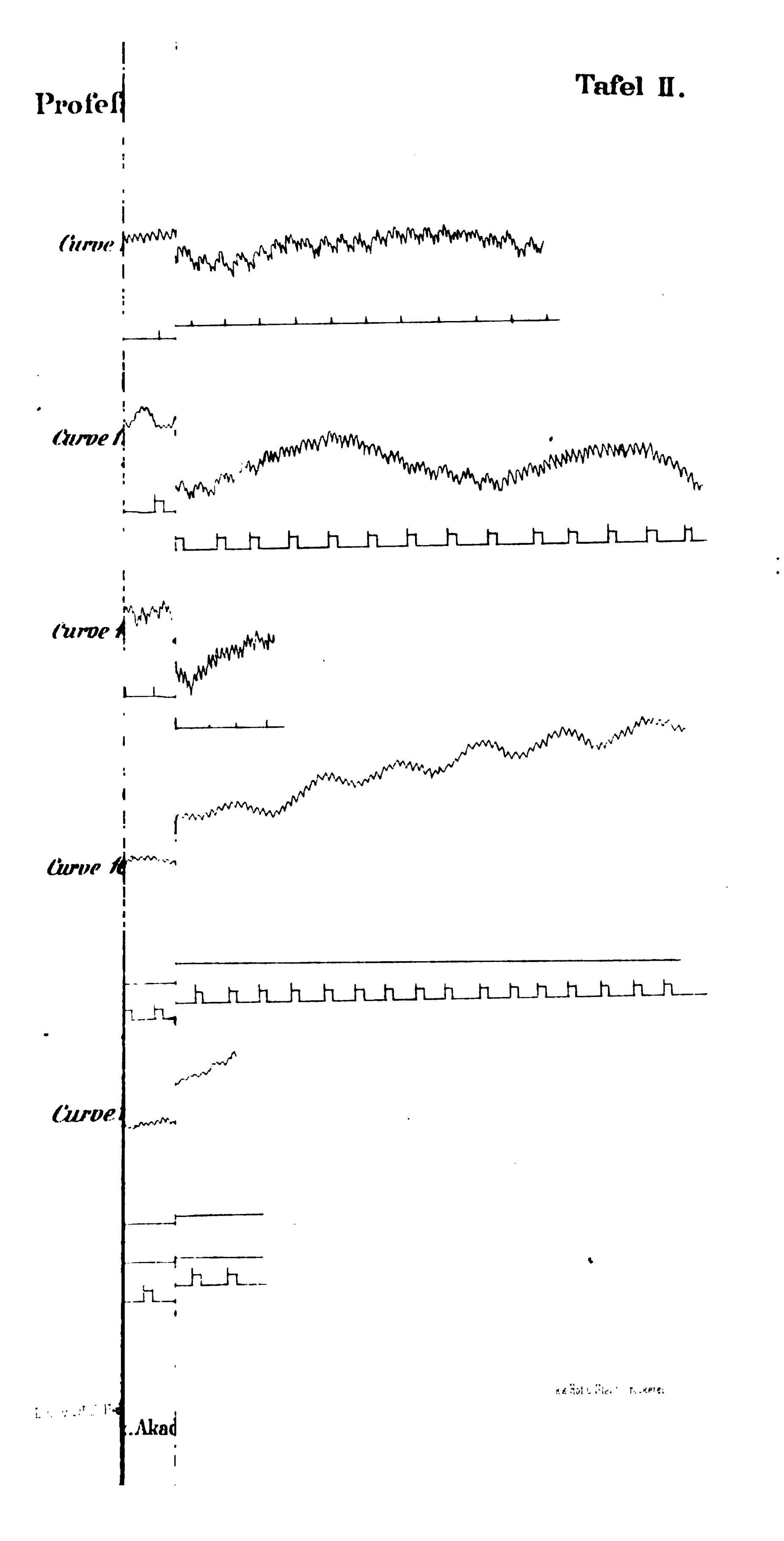
Tafel III.

Sämmtliche Curven stammen von curarisirten Kaninchen; Curve 18, 20 und 21 sind mit einem Quecksilbermanometer, Curve 19 mit einem Federmanometer verzeichnet. In Curve 19 ist der absolute Druck, als für den vorliegenden Fall nicht von Bedeutung, nicht ermittelt worden.

Curve 18. Bei *Vn* wurde der centrale Stumpf des rechten *Nervus vagus* mit Inductionsströmen gereizt.

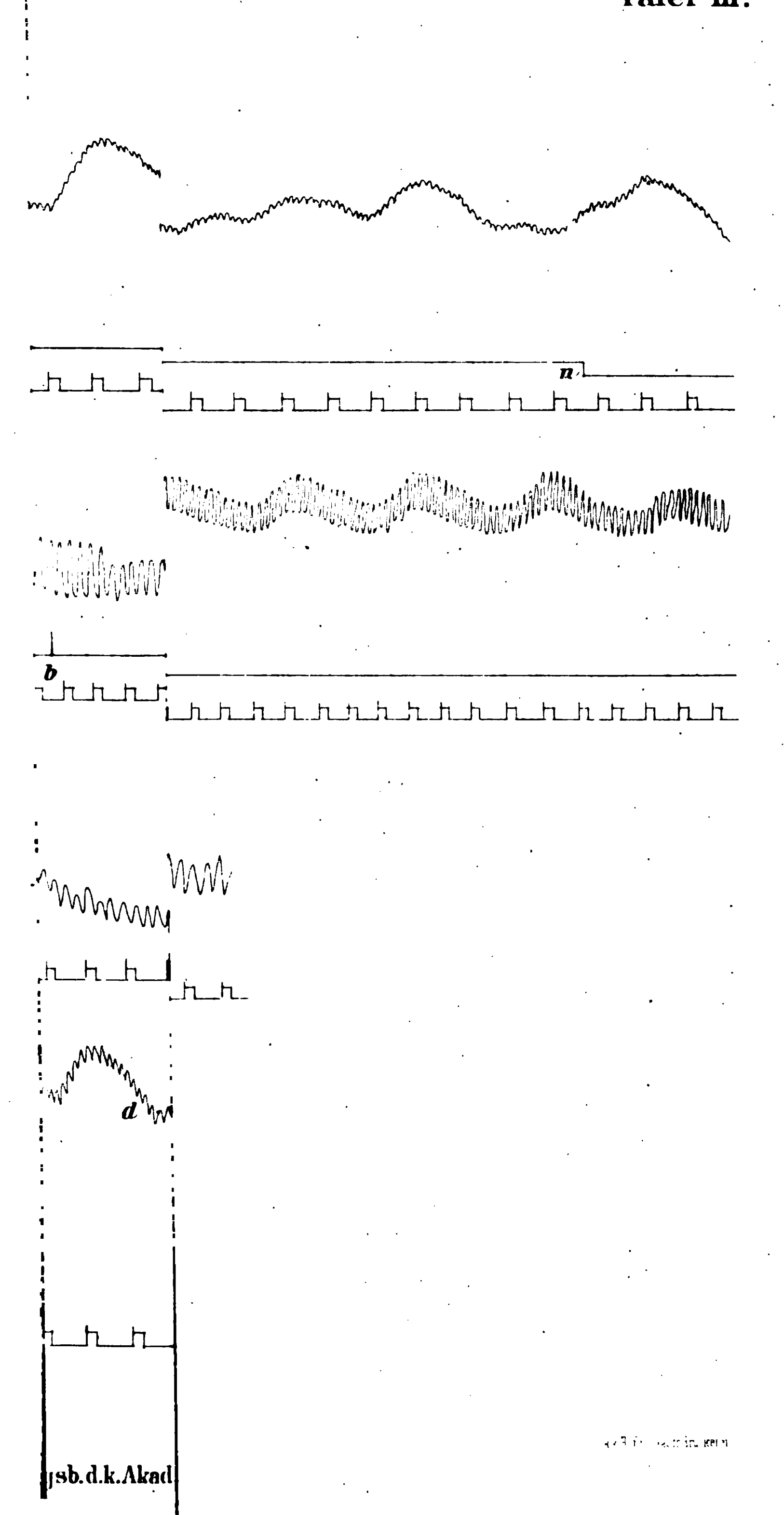
Tafel I.

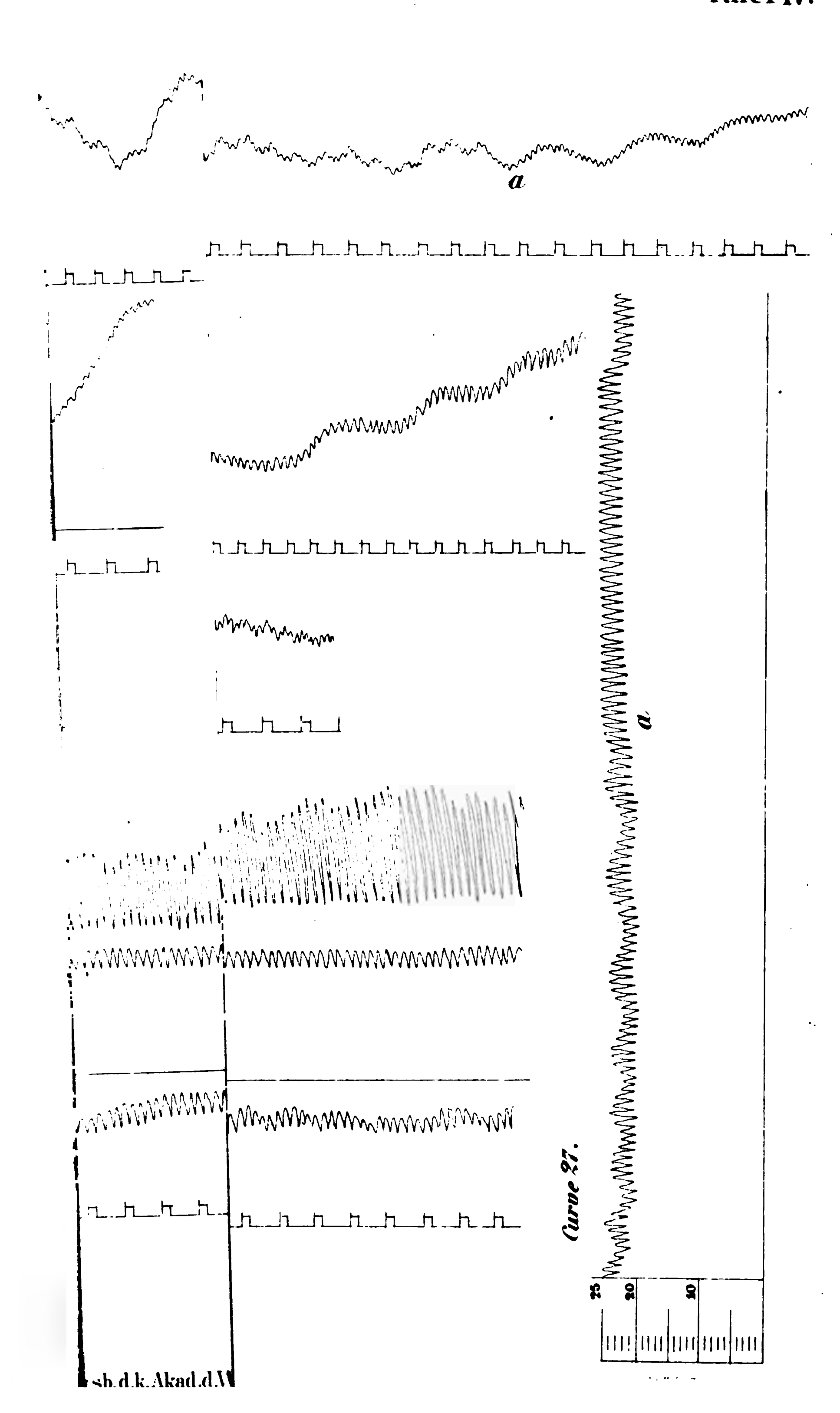
b.d.1



Profe
Tafel II.
Curve
Curve
Curve
Curve
Curve
.Akad

Tafel III.





a
a
Curve 27.
25
20
10

Curve 19. Von *a* bis *b* wurden die Lufteinblasungen unterbrochen.

Curve 20. Nach einem Blutverluste.

Curve 21. Bei *A d V* wurdė die künstliche Respiration ausgesetzt.

Tafel IV.

Sämmtliche Curven vou curarisirten Kaninchen. Quecksilbermanometer.

Auf Curve 23, 24 und 25 bei *a* Aussetzen der künstlichen Respiration. Traube'schen Wellen.

Curve 26, 27 und 28 Schwankungen durch Interferenz der Herz- und Athemschwankungen. In Curve 26 und 27 bei *a* Unterbrechung der Lufteinblasungen mit dem Blasebalg. In Curve 27 fehlen die Zeitmarken. Curve 28 Schwankungen durch Interferenz. *a* und *b* Blutdruckcurven, bei *E* sind die Blasebalgeinblasungen mit dem Cardiographen verzeichnet. Die Curve *a* und *E* sind zusammengehörig. Die zu Curve *a* gehörige Abscisse bei *N*; die Zeitmarken *Z* gehören zu den Curven *a* und *b*.

Curve 22 und Curve 29 Traube'sche Wellen.

XXI. SITZUNG VOM 19. OCTOBER 1876.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Derselbe gedenkt des schmerzlichen Verlustes, den die Akademie und speciell die mathematisch-naturwissenschaftliche Classe durch das am heutigen Tage erfolgte Ableben des wirklichen Mitgliedes Herrn Hofrathes & Directors Dr. Karl Jelinek erlitten hat.

Sämmtliche Anwesende drücken ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen aus.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt mit Note vom 14. October die von den Statthaltereien in Ober- und Niederösterreich eingesendeten graphischen Darstellungen der im Winter 1875/6 auf der Donau und der March beobachteten Eisverhältnisse.

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Contractilität der Capillaren“.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von dem k. k. Telegraphenamts-Controlor Herrn Johann Schlechta in Wien vor.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Winkler übersendet drei Exemplare einer Broschüre „Über die Integration linearer Differentialgleichungen zweiter Ordnung mittelst einfacher Quadraturen“, welche die Zurückweisung der von Herrn Prof. Simon Spitzer in einem unter dem 9. December v. J. an das Präsidium der kaiserlichen Akademie adressirten Schreiben gegen ihn gerichteten ehrenrührigen Angriffe zum Gegenstande hat.

Herr Dr. B. Igel überreicht eine Abhandlung: „Über die Discriminante der Jacobi'schen Covariante dreier ternären quadratischen Formen“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Olimpica di Vicenza: Atti, 1mo 2do Semestre 1875; Vicenza, 1875; 8⁰.

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires VIme Série, Tome IVme, 4me et 5me livraisons; Tome Vme, 3me et 4me livraisons, St. Petersbourg, 1839 u. 1841; 4⁰. Bulletin. Tome XXI, Nr. 5, Tome XXII. Nr. 1. St. Pétersbourg, 1876; 4⁰. — Brosset, M.: Histoire de la Géorgie depuis l'antiquité jusqu'au XIXe siècle. Ire Partie. Histoire ancienne, jusqu'en 1469 d. J. C. I^{e} et IIe livraison. St. Pétersbourg, 1849 & 1850; 4⁰. IIe Partie. Histoire moderne Ire & IIe livraison; St. Pétersbourg, 1856 & 1857; 4⁰. — Dernière livraison. Introduction et tables des matières. St. Pétersbourg, 1858: 4⁰. — Additions et éclaircissements à l'histoire de la Géorgie depuis l'antiquité jusqu'en 1469 de J. C. St. Pétersbourg, 1851; 4⁰. — Inscriptions Géorgiennes et autres recueillies par le Père Nersés Sargissian avec 4 planches. St. Petersbourg, 1851; 4⁰; Rapports sur un voyage archéologique dans la Géorgie et dans l'Armenie 1847—1848. Ire livraison avec un atlas de 18 planches lithographiées; 1849. IIIme livraison avec un atlas de 11 planches lithographiées. St. Pétersbourg, 1849 & 1851; 8⁰. — Rapport sur la Numismatique Géorgienne. St. Pétersbourg, 1847; 8⁰.

— Royale de Belgique: Bulletin, 45e année, 2e Série, Tome 41, Nr. 5 & 6; Tome 42, Nr. 7 & 8. Bruxelles, 1876; 8⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1876. Berlin; 8⁰.

— der Naturforscher, kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische, Deutsche: Amtliches Organ. 12. Heft, Nr. 11—16, 1876. Dresden; 4⁰.

American Journal of Science and Arts. III. Series. Vol. X. Nr. 55—60 & Index 1875. Vol. XI. Nr. 61—66, 1876. New-Haven 1875 & 1876; 8⁰.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden vom Solar-Jahre 1875. Wien, 1876; 8⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles, N. P. Tome LVIe Nr. 222—224. Genève, Lausanne, Paris, 1876; 8°.

Comitato, R., Geologico, d'Italia: Bollettino. Nr. 9 & 10; 1875. Roma, 1875; gr. 8°.

Gesellschaft, k. k., der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Redigirt von S. Stricker. Jahrg. 1876; 4. Heft. Wien; 8°.

— Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahrsschrift. XI. Jahrg. 3. Heft. Leipzig, 1876; 8°.

— Deutsche, chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 13 & 14. Berlin, 1876; 8°.

— für Salzburger Landeskunde: Mittheilungen der Gesellschaft. XVI. Vereinsjahr 1876. 1. Heft. Salzburg; 8°.

— k. k., geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XIX, Nr. 6—9. Wien, 1876; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 15—18. Wien, 1876; 4°.

Göttingen, Universität: Schriften aus dem Jahre 1875/76; 4° & 8°.

Grassmann, Robert: Die Wissenschaftslehre oder Philosophie. I. Theil: Die Denklehre; II. Theil: Die Wissenslehre; III. Theil: Die Erkenntnisslehre; IV. Theil: Die Weisheitslehre. Stettin, 1875 u. 1876; 8°.

Handels- und Gewerbekammer in Wien: Bericht über den Handel, die Industrie und die Verkehrsverhältnisse in Nied.-Österreich während der Jahre 1872—1874. Wien, 1876; 8°.

— — Oberösterreichs zu Linz: Statistischer Bericht über die gesammten wirthschaftlichen Verhältnisse Oberösterreichs in den Jahren 1870—1875 unter vorwiegender Bedachtnahme auf Industrie, Handel und Verkehr. Linz, 1876; 4°.

Ingenieur- & Architekten-Verein, österr.: Zeitschrift. XXVIII. Jahrgang, 7., 8. u. 9. Heft. Wien, 1876; 4°.

Institut National Genevois: Bulletin. Tome XX. & XXI. Genève, 1875—1876; 8°.

Istituto, Reale, Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I. Ser. V^a. Dispensa X^a. Tomo II, Serie V^a. Disp. I—VII^a. Venezia, 1874—76; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. VI. Band. Jahrgang 1874, Heft 2. Berlin, 1876; 8°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. N. F. XI. Band, Jahrgang 1874. Wien, 1876; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XIV, 1., 2., 3. & 4. Heft. Leipzig, 1876; 8°.

Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1876. 7., 8. u. 9. Heft. Wien, 1876; 4°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. XXII. Band. Gotha 1876; 7. & 8. Heft nebst Ergänzungsheft Nr. 48.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 3e Série. Tome VI. 417e livraison. Paris, 1876; 4°.

Nachrichten, Statistische von den österreichisch-ungarischen Eisenbahnen. III. Band; Betriebsjahr 1872. Wien, 1876; 4°.

Nuovo Cimento. Serie 2ª. Tomo XV. Giugno. Pisa; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 11 e 12. 1872. Vol. X. Num. 4. 1875. Torino, 1875; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1876. XXVI. Band. Nr. 2. April, Mai, Juni. Wien, 1876; 4°. — Verhandlungen. Jahrg. 1876. Nr. 10—12. Wien, 1876; 4°.

Reichsforstverein, österreichischer: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXVI. Band. Jahrgang 1876. Juli- und August-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ VIIe Année, 2e Série, Nr. 14. Paris, 1876; 4°.

Snellen van Vollenhoven, S. C.: Pinacographia. 's Gravenhage 1876; 4°.

Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Nr. 1. Trieste, 1876; 8°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXIIIe 1876, Revue bibliographique A, Paris; 8°. — Bulletin XXIIIe 1876; Comptes rendus des séances. 2. Paris; 8°.

— Géologique de France: Bulletin. 3e Série. Tome IIIe. 1875. Nr. 11. Paris, 1874 a 1875; 8°.

Société Nationale de Sciences naturelles de Cherbourg: Mémoires. Tome XIX. (2e Serie. Tome IX). Paris, 1875; 8°.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXe Année, Nr. 4. Constantinople, 1876; 8°.

Verein, Militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XII, Band; 6. u. 7. Heft mit einer Separatbeilage. Wien, 1876; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XLV. Band, 2. Heft, (Jahrgang 1876. II.) Wien, 1876; 8°.

Zach, Stephan: Der Parallelismus zwischen Sonnenflecken Erdmagnetismus und Nordlichtern als feste Grundlage für einen Erklärungsversuch des Polarlichtes. Budweis; 8°.

Untersuchungen über die Contractilität der Capillaren.

Von S. Stricker.

Einleitung.

Die Meinungen über die Function der Blutcapillaren gehen darin auseinander, dass die Einen den Capillaren die Contractilität absprechen, Andere wieder nur gewisse Bestandtheile derselben, und noch Andere endlich die Capillaren in toto als contractil ansehen.

Was zunächst Diejenigen betrifft, welche die Contractilität der Blutcapillaren in Abrede stellen, so ist es offenkundig, dass sich ihre Behauptung nur auf die einfache mikroskopische Beobachtung des Kreislaufes der Frösche stützt. Solche Beobachtungen haben aber bis jetzt noch Niemanden veranlasst, die Capillaren für contractil zu halten. Die diesbezüglichen Behauptungen fussen auf Untersuchungen ganz anderer Art, und ich will zur Klärung der Sachlage die folgende historische Skizze vorbringen.

Zur Zeit als diese Behauptungen zum ersten Male auftauchten, war unter den Physiologen die Meinung verbreitet, dass die Blutcapillaren aus structurlosen Membranen bestehen. Ich widersprach dieser Meinung[1], nachdem ich an den Capillaren der ausgeschnittenen Nickhaut des Frosches Veränderungen der Lumina beobachtet hatte.

Weil aber diese Beobachtungen nur zufällige waren, und ich eruiren wollte, unter welchen Bedingungen die Verengerung regelmässig zu erzielen ist, ging ich an Reizversuche, ferner an die Untersuchung von Froschlarven einerseits, und entzündetem Gewebe erwachsener Thiere andererseits.[2]

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Band LI.

[2] Studien über Bau und Leben der capillaren Blutgefässe. Sitzungsbericht LII.

Gestützt auf diese Untersuchungen wurden in zwei späteren Publicationen die Aussagen gemacht: 1. Dass die Wände der Capillaren sowohl während der normalen Entwickelung in der Larve und dann auch im entzündeten Gewebe auswachsen, dass sie Fortsätze aussenden, die sich verdicken und entweder hohl werden oder auch (in Entzündungsherden) kolbige Anschwellungen treiben.[1]

Diese Angaben waren, insoweit sie das Thatsächliche betreffen, nicht neu. Schwann hatte schon ähnliche Beobachtungen im Gefässhofe des Hühnchens beschrieben.

Neu waren aber die Schlüsse, die aus diesen und anderen sie unterstützenden Beobachtungen gezogen wurden. Membranen, die Sprossen treiben, schloss ich, müssen aus lebender Substanz bestehen.

Der Genauigkeit wegen will ich hier erwähnen, dass zwischen dem Erscheinen der genannten ersten und zweiten Publication von anderen Seiten[2] die Thatsache bekannt wurde, dass die Blutcapillaren nach der Einspritzung mit Silbersalpeterlösungen Linien erkennen lassen, welche man damals geneigt war, als Zellengrenzen zu deuten.

Ich werde auf die Discussion, welche sich hieraus entwickelt hat, später zurückkommen; hier kann vorerst nur die Bemerkung Raum finden, dass der Widerspruch gegen die Deutung der Capillarröhren als structurlose Membranen auch von anderer Seite unabhängig von mir und auf Grundlage anderer Methoden erhoben wurde.

Meine Angabe über die vitale Natur der Capillaren wurde ferner durch die erneute Beobachtung von Verengerungen und Wiedererweiterungen unterstützt. Aber diese Beobachtungen wurden wieder nur an Froschlarven, an ausgeschnittenen Nickhäuten ferner unter der Einwirkung kräftiger Reize und endlich so ausnahmsweise beobachtet, dass ich es damals für zweckmässig gehalten habe, auszusagen, dass „nach Allem, was wir bis jetzt wissen, uns der wenn auch noch so häufige negative Befund

---

[1] Stricker und Leidesdorf, ibid. Band LII.

[2] Aetby, Auerbach, Eberth, „Medicinisches Centralblatt" 1865. Nr. 12—13., pag. 1.

in unserer Auffassung über den physiologischen Werth der Capillargefässwände nicht irre machen kann".

An lebenden Larven hatte ich damals Contractionen von Capillaren ohne mein Zuthun nur ein einziges Mal beobachtet und über diesen Fall auch berichtet.[1]

Von spontanen Contractionen der Capillaren erwachsener Thiere war also nirgends die Rede.

Wenngleich indessen der absolute Widerspruch, welcher sich gegen meine Behauptungen erhoben hat, aus einer mangelhaften Kenntniss der Literatur hervorging, so war es doch nicht ohne Werth, hervorzuheben, dass sich bei der gewöhnlichen Beobachtung des Kreislaufes erwachsener Frösche keine spontanen Contractionen bemerkbar machen.

Denn unter den Physiologen und Ärzten ist die Neigung bemerklich, die Contractilität der Capillaren in den Kreis ihrer Betrachtungen zu ziehen. Daher kam es, dass die mikroskopischen Befunde, welche dieser Neigung einigermassen Vorschub leisteten, einen höheren Anwerth gefunden haben, als ihnen in Rücksicht auf die Mechanik des Kreislaufes innewohnte. Eine solche Auswerthung des mikroskopischen Befundes für die mechanische Theorie des Kreislaufes schien aber durch die weiteren Untersuchungen von Golubew und Tarchanoff nur noch mehr Berechtigung zu erlangen.

Golubew hat zwar meine Behauptungen dahin modificirt, dass es in den Wänden der Capillargefässe nur gewisse Spindelelemente sind, welche die Fähigkeit besitzen, sich auf Reize zu verkürzen und zu verdicken, um so das Gefässlumen zu verengern, respective zu verschliessen, und Tarchanoff hat die Angaben Golubew's in den wesentlichen Stücken bestätigt.

Weder Golubew noch Tarchanoff haben aber den Vorbehalt gemacht, dass die Contractionen nach Reizen nur selten oder doch nicht unter allen Umständen regelmässig zu beobachten sind.

Nun ist es für die Mechanik des Kreislaufes im Grossen und Ganzen von wenig Interesse, ob eine Capillare unwegsam gemacht

---

[1] Pag. 11 des Separatabdruckes aus Band LII.

[2] Pag. 12. l. c.

wird durch die Contraction des ganzen Rohres oder nur durch gewisse Bestandtheile desselben. Worauf es hiefür hauptsächlich ankommt, ist die Frage, ob die Capillaren überhaupt verschlossen werden können, und dies schien durch die genannten Autoren übereinstimmend dargethan worden zu sein.

Meine neueren Untersuchungen haben mich indessen zu Resultaten geführt, welche die Beantwortung dieser Frage dennoch anders zu gestalten scheinen. Diese Resultate will ich nun mittheilen und dann erst untersuchen, welchen Einfluss sie auf die Lehre vom Kreislauf üben können.

Methoden und Experimente.

Ich habe zu meinen Untersuchungen junge Froschlarven verwendet, welche in Curarelösungen von 1 zu 100 Gewichtstheilen Wasser und eben so viel Glycerin vergiftet worden waren.

In solchen Lösungen brauchte die Quappe nur fünf Minuten zu verweilen, um vollständig gelähmt zu werden.

Es schien mir übrigens zweckmässig, die Quappe herauszuheben, sobald sie zur Ruhe gelangte, und sie dann auf einem Objectträger in einem Tropfen der Lösung so lange mit schwachen Vergrösserungen zu beobachten, bis der Kreislauf zu erlahmen begann.

Sodann übertrug ich das Thier in frisches Wasser, und ordnete es nach bekannten Methoden so an, um Inductionsschläge durch ein mikroskopisch beobachtetes Schwanzstückchen durchleiten zu können. Dabei hat es sich als sehr zweckmässig erwiesen, nach dem Vorgange Golubew's, einzelne Schläge starker Inductionsapparate in Anwendung zu bringen.

Bevor ich auf die beobachteten Erscheinungen eingehe, muss ich noch einige Bemerkungen vorausschicken.

Da ich mich speciell über die Capillaren im engsten Sinne orientiren wollte, in dem Schwanze junger Larven aber alle Gefässe von sogenanntem capillarem Baue sind, so glaubte ich mein Augenmerk zunächst auf jene Gefässe richten zu müssen, welche thatsächlich zwischen den letzten Verzweigungen der Arterien einerseits, und der Venen andererseits eingeschaltet sind. Ich wählte also Gefässe, welche die letzte arterielle Gabel (Strömung vom Stamme in die Äste) mit der ersten venösen

(Strömung von den Ästen zum Stamme) verbinden. Solche Gefässe findet man am bequemsten in der Nähe des freien Randes einer Schwanzflosse.

Da ich ferner die Absicht hatte, die Vorgänge in den Capillaren während der Reizung möglichst genau zu beobachten, so bediente ich mich stärkerer Vergrösserungen, und zwar bedeckte ich erst die zu untersuchende Stelle mit einem äusserst dünnen Glimmerblättchen, dann legte ich auf dieses einen Wassertropfen und tauchte die Linse unter allen Umständen ein.

Das dünne Glimmerblättchen wendete ich desswegen an, weil Deckgläschen für so junge Larven zu schwer sind; sie hemmen den Kreislauf durch ihr Gewicht. Ohne Deckplatte zu immergiren ist aber unzweckmässig, weil sonst der Schwanz an der Linse haftet und bei ihren Verstellungen mitbewegt wird. Ohne Immersion endlich kann man an diesen Thieren, die doch zur Athmung Wasser brauchen und daher in einer, wenn auch sehr dünnen Wasserhülle liegen müssen, mit stärkeren Vergrösserungen nicht arbeiten. Die stärkeren Vergrösserungen bieten übrigens wohl den Nachtheil, dass die Verschiebungen in Folge der Muskelzuckung scheinbar sehr gross ausfallen. Dieser Nachtheil wird aber erstens wesentlich vermindert durch die schwere Curarisirung, zweitens dadurch, dass die Inductionsschläge gesondert einfallen.

Nach der ersten Zuckung kehrt das verschobene Object wieder näherungsweise in seine alte Lage zurück, und wenn das nicht der Fall ist, kann man es sehr leicht wieder in diese Lage bringen.

Lässt man nun rasch eine zweite Schliessung folgen, so ist die Zuckung schon wesentlich geringer. Man kann daher bei dem zweiten, eventuell dritten Schlage die zu beobachtende Stelle sehr gut in Sicht halten.

Indem ich nun an einer frisch eingefangenen und solchermassen zugerichteten jungen Larve (von etwa 12 bis 15 Mm. Länge) eine Randcapillare bei 400- bis 500maliger Vergrösserung in Sicht nahm, und ihr dann einige kräftige Schliessungs- und Öffnungsschläge versetzte, beobachtete ich eine bedeutende Verengerung des ganzen Rohres, und zwar zumeist bis zum (scheinbaren) Verschwinden des Lumens. Dieser Zustand dauerte aber

nicht lange an; die Längsschnitte der Gefässwände wichen alsbald auseinander, das Lumen wurde breiter, bald drangen auch die Blutkörper ein und schwirrten so rasch durch, wie zuvor. Ja das Gefäss wurde nach der Zusammenziehung sogar weiter als es vor derselben war.

Nunmehr liess ich das Thier ausruhen, und konnte nach einigen Minuten abermals Verengerungen hervorrufen, doch bedurfte es hierzu schon einer grösseren Anzahl von Schlägen.

Hierin zeigten indessen verschiedene Thiere beträchtliche Schwankungen. Manchesmal war die zweite Contraction schon nach fünf Minuten fast so leicht hervorzurufen, wie die erste, während es andere Male hierzu einer weit grösseren Anzahl von Schlägen bedurfte. In dem letzteren Falle pflegte aber die Contraction eine länger dauernde zu werden; die Gefässe schienen stellenweise zu Strängen umgewandelt, und ich musste eine Viertel-, eine halbe Stunde oder noch länger zuwarten, bis sie wieder Blutkörper passiren liessen.

Was von der zweiten Reizung gesagt wurde, gilt in noch höherem Grade von der dritten und den folgenden Reizungen. Immerhin waren aber die zweiten Reizungen geeigneter meine Überzeugung zu festigen, als die ersten. Denn wenngleich jede Reizung einen Erfolg hatte, so war es doch nicht so, dass sich alle Randcapillaren mit einem Schlage zusammenzogen; ich fand vielmehr in der Regel auch solche Gefässe, welche Widerstand leisteten; aber ich habe kein Thier von den bezeichneten Dimensionen gefunden, an dem sich nicht wenigstens einige Gefässe contrahirt hätten. Ich empfehle daher, den ersten Versuch mit einer schwächeren Vergrösserung zu machen, etwa mit Hartnack Nr. 5, durch mässiges Zurückschieben der Rolle den Strom etwas abzuschwächen, und dann diejenigen Capillaren, welche sich hiebei activ erweisen, unter eine stärkere Vergrösserung zu bringen, vorerst etwa unter Nr. 7, Objectiv, und nunmehr die Schläge etwas stärker zu machen. Aber auch hier ist es zweckmässig nur zwei oder drei Doppelschläge anzuwenden, um so an dem bestreagirenden Stücke die Erscheinung bei der dritten intensiven Reizung mit Musse beobachten zu können.

So regelmässig aber als die bisher geschilderten Reizerfolge an ganz jungen Quappen eintraten, so unsicher waren sie an

älteren. Ich konnte, so lange mir keine weiteren Hilfsmittel zur Verfügung waren, bei der erneuten Untersuchung nur bestätigen, was ich schon 1865 ausgesagt habe, dass das Misslingen Regel, der Erfolg nur ausnahmsweise eintrete.

Um eine Variation in die Versuche zu bringen, wendete ich statt des Curare, nach dem Vorgange Tarchanoff's schwache Alkohollösungen als Betäubungsmittel an, und kam hiebei zu ganz unerwarteten Resultaten.

Wenn man eine halbausgewachsene Quappe mit entwickeltem durchsichtigen Schwanze in zehnprocentigen Alkohol legt, kommt sie nach vier bis fünf Minuten zur Ruhe.

Überträgt man sie nunmehr in Wasser, so wird sie sehr bald wieder beweglich. Man kann sie aber ohne Schwierigkeit im Alkohol untersuchen, und die Vorgänge an den Gefässen mit stärkeren Vergrösserungen, selbst mit Nr. 10, Hartnack, beobachten. Die Methode, nach der ich dies ausführte, war die folgende.

Ich nahm ein Glasgefäss mit ebenem Boden und niederem (2 — 4 Mm. hohem) Rande. In dieses Gefäss, mit einigen Tropfen des erwähnten Alkohols versehen, legte ich die eben erlahmte Quappe, deckte einen grösseren Theil des Schwanzes mit einem äusserst dünnen Glimmerplättchen und den Rest des Körpers sowie die Ränder des Plättchens mit in gleichem Alkohol getauchten Filtrirpapierstreifen. So war nun die ganze Quappe bedeckt, und nur ein Theil des Schwanzes durch das Glimmerplättchen hindurch dem Auge zugängig. Nunmehr tropfte ich auch etwas Alkohol auf dieses Plättchen, brachte das ganze Gefäss unter das Mikroskop und immergirte die Objectivlinse. Hatte ich rasch genug operirt, so konnte ich noch in den meisten Gefässen einen ziemlich energischen Blutlauf beobachten.

Das Erste, was mir hierbei auffiel, war, dass der Schwanz durchsichtiger, klarer erscheint als im Wasser, dass er ferner blutarm ist, indem die einzelnen Blutkörper nicht sehr nahe aneinander strömen, und dass endlich viele Gefässe auffallend schmal und einige von den schmalen auch leer sind.

Indem ich ein bestimmtes Terrain fixirte, ergab es sich bald, dass die Blutkörper noch seltener war, wie früher, wenngleich sie sehr rasch vorbeieilten, dass ferner einige Gefässe noch enger und für Blutkörper undurchgängig wurden.

Etwa zehn Minuten nach Beginn der Narkose, war es nicht mehr zu verkennen, dass die Zahl der undurchgängigen Gefässe rasch zu-, und der Kreislauf auch an Geschwindigkeit abnehme. In der zwölften bis fünfzehnten Minute waren ganze Strecken der Flosse blutleer, die Gefässe daselbst für Blutkörper undurchgängig oder zu Strängen umgestaltet, an welchen kein Lumen zu erkennen war.

An anderen Strecken war noch Kreislauf vorhanden, nur schienen die Blutkörper wo möglich noch spärlicher zu sein als früher.

Nach zwei bis drei Minuten später waren alle Gefässe der Flosse leer, die weitaus überwiegende Zahl derselben vollständig contrahirt. Das Thier war todt.

In einem zweiten Versuche liess ich es nicht mehr zum Äussersten kommen. Sobald ein grosser Theil der Gefässe contrahirt, und der Kreislauf nur mehr auf einige Ausläufer der Axialgefässe beschränkt war, setzte ich Wasser zu und hob andererseits die sich mehrende Flüssigkeit vom Boden der Glasschale mit der Pipette ab. Im Laufe von wenigen Minuten belebte sich der Kreislauf, und ich konnte nunmehr mit Musse beobachten, wie sich die Gefässe allmälig erweiterten, und eines früher, das andere später in die Kreislaufsbahn einbezogen wurden.

Nachdem ich einmal so weit über die Sachlage orientirt war, zog ich es vor, die Quappe zur Zeit der Todesgefahr rasch in Wasser zu werfen, um sie dann in gewöhnlicher Weise auf dem Objectträger unterzubringen. Die verengten Gefässe erweitern sich nämlich nicht so rasch, um bei dieser Procedur die Momente der Erweiterung allerwärts zu versäumen; man kann vielmehr dann noch fünfzehn bis dreissig Minuten zuwarten, ehe die Kreislaufsbahnen der Flosse wieder vollständig hergestellt sind.

Noch instructiver gestalteten sich die Erscheinungen, bei der Anwendung schwächerer Lösungen, von etwa drei Theilen absoluten Alkohols auf hundert Theile Wasser. Die Beobachtung wurde dabei aber etwas beschwerlicher. Die Quappen kamen manchesmal erst nach Ablauf einer Stunde zur Ruhe.

War aber einmal das Thier zur Ruhe gekommen und in der früher angegebenen Weise eingebettet, dann boten die seitlichen durchsichtigen Theile der Flosse ein Beobachtungsmateriale,

wie man es an Wirbelthieren wohl nirgends so schön erlangen kann. Die Grundsubstanz war durch den Alkohol glasartig hell geworden, die Zellen mit ihren Ausläufern, die Gefässe und die Nerven hoben sich durch scharfe Contouren ab; die Blutkörperchen glitten rasch, aber nicht sehr dicht hintereinander durch ihre Bahnen. Die Lage des ganzen Objectes war eine so solide und die Helligkeit so gross, dass man jetzt die Immersionslinse einstellen und die Vorgänge an einem bestimmten Bezirke mit Musse verfolgen konnte. Indem ich nun den durchsichtigeren Seitentheil durchsuchte, gewahrte ich bald Stellen, in welchen mehrere Gefässe so eng waren, dass durch sie entweder gar keine Blutkörper passiren oder aber eben nur vereinzelt durchschlüpfen konnten.

Bei näherer Besichtigung gewahrte ich bald, dass diese engen Gefässe ihr Lumen ändern; bald wurden sie so eng, dass der Kreislauf darin gehemmt war, bald wieder erweiterten sie sich derart, dass die Blutkörper bequem und rasch durchliefen.

Dieser Wechsel in der Weite des Lumens erfolgte, so viel ich gesehen habe, nicht in einem bestimmten Rhythmus, auch war er nicht jedesmal gleich umfangreich; bald waren es geringe Schwankungen, bald wieder so auffällig, dass auf der einen Phase das Lumen kaum sichtbar, während es auf der andern einem raschen Blutlaufe Raum gab.

Ich habe diese Erscheinungen bei wiederholten Versuchen zumeist gegen Ablauf der zweiten Stunde, doch auch schon wesentlich früher beobachtet.

Im Laufe der dritten Stunde wurde die Flosse auffallend blutarm; wieder schienen viele Gefässe ganz leer, während die Blutkörperchen, da wo sie kreisten, in noch grösseren Abständen hintereinander liefen, als es früher der Fall war. Die scheinbar leeren Gefässe waren nicht alle contrahirt, einige von ihnen erschienen so weit, wie etwa im Beginne des Versuches. Bald aber kam nunmehr eine Phase, in der sich die Sachlage wesentlich änderte. Gefässe, welche bis jetzt Widerstand geleistet haben, fingen an, sich zu contrahiren, der Kreislauf wurde immer spärlicher, und dann trat plötzlich der Tod ein.

Indem ich aber andere Larven, sobald sich im Laufe der dritten Stunde eine auffällige Reduction des Kreislaufes ergeben hatte, rasch in Wasser legte, erholte sich der Kreislauf, die ver-

engten Gefässe fingen wieder an, sich zu erweitern, und bald früher, bald später schwirrte es in der ganzen Flosse so lebhaft wie zuvor. Eine Zeit lang blieben die Thiere noch regungslos, dann aber fingen sie an leichte Bewegungen zu machen, so dass es nicht mehr gut möglich war, den Kreislauf zu beobachten.

Wie man sieht, sind die Erscheinungen an Larven in dreiprocentigem Alkohol ähnlich denjenigen in zehnpercentigem, mit dem Unterschiede jedoch, dass der Verlauf bei jenen ein protrahirterer ist, und dass die Verengerung einzelner Capillaren anfangs keine bleibende ist, sondern wiederholt mit Erweiterungen abwechselt.

Dieses Schwanken muss uns wohl der Vermuthung verschliessen, dass die Verengerung nichts als eine Schrumpfung durch Wasserentziehung bedeute.

Das Schwanken in der Weite spricht vielmehr zu Gunsten der Annahme einer vitalen Contraction.

Wenn sich aber die Capillaren einer solchermassen vorbereiteten Larve schon freiwillig contrahiren, so muss man erwarten, dass sie es auf Reize um so leichter thun werden. Ich habe daher solche Quappen abermals mit Inductionsschlägen behandelt, und der Erfolg entsprach vollständig den Erwartungen.

Die Methode, nach welcher der Versuch an der alkoholisirten Larve anzustellen ist, bedarf indess einiger Vorsicht. Wenn man die Quappe aus der Alkohollösung ins Wasser zurückbringt, wird sie, selbst wenn sie dem Tode nahe war, zumeist bald wieder beweglich, und sind ihre Rückenmuskeln vor Allem empfindlich genug, um auf starke Schläge zu reagiren, was dem Versuche nicht günstig ist.

Viel besser gestaltet sich die Sache, wenn man das alkoholisirte Thier, nachdem es sich im Laufe mehrerer Minuten im Wasser erholt hat, curarisirt, und zwar wieder in einer glycerinischen Lösung, zu der man das gleiche, oder besser noch das doppelte Volumen Wasser zusetzt. Die Curarisirung muss jetzt aber sehr vorsichtig erfolgen, da die Thiere dabei leicht zu Grunde gehen, und man also Gefahr läuft, ein etwa drei Stunden lang präparirtes Object zu verlieren. Ich curarisirte daher in solchen Fällen am liebsten auf dem Objectträger unter einer schwachen Vergrösserung, um den Kreislauf in Sicht halten zu

können. Sobald dieser an den Rändern der Flosse aufgehört hat, ist es an der Zeit die Quappe wieder in reines Wasser zu legen. Nunmehr erholt sich zwar der Kreislauf nicht leicht wieder, dennoch aber ist das Thier zum Versuche sehr gut geeignet; denn man kann etwa mit Hartnack Nr. 7 einstellen, ohne das fixirte Object durch eine Schliessung und Öffnung aus dem Gesichtsfelde zu verlieren, und die Reaction auf die Gefässe tritt, soweit meine Erfahrungen reichen, ausnahmslos schon auf die ersten Schläge ein.

Sehr zweckmässig ist auch das umgekehrte Verfahren, nämlich die Quappe erst zu curarisiren und dann in Alkohol zu bringen. Man hat hier den Vortheil, die Alkoholwirkung von ihrem Beginne an zu studiren. Doch sind die Quappen, welche in glycerinischer Lösung curarisirt wurden, gegen den dreipercentigen Alkohol viel empfindlicher als die normalen Thiere, die Todesgefahr tritt früher ein. Man muss daher einerseits früher an die Reizung gehen, und es reagiren dann die Capillaren nicht so rasch. Indessen blieb die Reaction bei keinem der solchermassen untersuchten Thiere aus, wenngleich es gelegentlich sechs bis zehn Schliessungen bedurfte, um eine volle Absperrung der Gefässlumina zu erzielen.

Am elegantesten erschienen mir daher jene Versuche zu sein, in welchen ich die Thiere in kalt gesättigter, wässeriger und filtrirter Curarelösung vergiftete.

Die Wirkung dieser Lösung ist eine ausserordentlich langsame. Bei manchen Thieren tritt die Lähmung erst nach acht bis zwölf Stunden ein, bei anderen erst nach einem Tage, nach zwei Tagen, ja bei einigen trat überhaupt keine Lähmung ein. Ich besitze, während ich Dieses schreibe[1], eine kleine Quappe von *Bufo cinereus*, die seit fünf Tagen in der Curarelösung lebt, in welcher eine etwa viermal so lange Larve derselben Species nach 36 Stunden, ferner eine Larve von *Rana temporaria* in acht Stunden gelähmt wurde.

Nimmt man die Thiere aus solchen Lösungen heraus, bevor die Lähmung ganz vollständig ist, so ertragen sie dann den dreiprocentigen Alkohol fast so gut wie die unvergifteten, und man

---

[1] Juli 1876.

kann an ihnen auch die geschilderten Erscheinungen in der Reihenfolge beobachten, wie ich es für die nicht curarisirten angegeben habe.

Wenn ich nun die im Voraussstehenden mitgetheilten Erfahrungen in Kürze zusammenfasse, so ergibt sich Folgendes:

1. Die Blutgefässcapillaren verhalten sich bei sehr jungen Larven anders wie bei ausgewachsenen Quappen. Bei denselben Reizgrössen, bei welchen jene regelmässig zur Verengerung gebracht werden, geben diese uneonstante Erfolge und reagiren in der Mehrzahl der Fälle gar nicht.

2. Die Capillaren älterer Larven, welche bei einer bestimmten Reizgrösse noch unverändert bleiben, contrahiren sich auf dieselben Reize hin, nachdem sie durch Alkohol verändert worden waren.

3. Die in Alkohol veränderten Capillaren lebender Quappen erlangen die Fähigkeit sich (scheinbar) freiwillig zu contrahiren und ihr Lumen wiederholt zu ändern.

Noch kürzer ausgedrückt, lauten die Ergebnisse, dass die Fähigkeit, sich zu verengern, den Blutcapillaren junger Larven in vollkommenerer Weise zukomme als denjenigen älterer Larven, dass aber diese durch den Alkohol in der angegebenen Modification nicht nur ihre bessere Contractilität auf elektrische Reize wieder erlangen, sondern sich auch spontan contrahiren.

Discussion der Resultate mit Rücksicht auf die allgemeine Histologie.

Ich bin durch die früher geschilderten Ergebnisse, ohne es intendirt zu haben, zu der Vertheidigung eines Lehrsatzes gelangt, den ich mit anderen Hilfsmitteln schon wiederholt vertheidigt habe, des Lehrsatzes nämlich, dass Formelemente in bestimmten Altersstadien durch gewisse Einflüsse auf einen Jugendzustand zurückgeführt werden können. Den Beweis hiefür suchte ich in einer Reihe von Abhandlungen durch die Vorführung von Entzündungsbildern zu erbringen. Ich will aber an diesem Orte nicht von der Entzündung im Sinne der Pathologen sprechen, sondern nur insofern als der Entzündungsreiz die Gewebe verändert, insoferne als er uns ein Mittel an die Hand gibt, die Gewebselemente näher zu erforschen.

Von diesem Standpunkte aus, kann sich der Histologe heute ebensowenig des Studiums der entzündlichen Gewebsveränderung entschlagen, als er etwa der Färbemittel oder der Histiogenesis entrathen kann.

Das Studium der Entzündungsprocesse hat mich nun zu der Behauptung geführt, dass unbewegliche Zellen der Bindesubstanzen durch den Entzündungsreiz wieder amöboid werden können; dass Zellen aus einem (scheinbaren) Zustande der Erstarrung gleichsam erwachen, beweglich werden, die Kerne vermehren und sich theilen können. Diese Behauptung ist es vornehmlich, von der ich glaube, dass sie in das Gebiet der allgemeinen Histologie gehört, und an diese will ich die vorliegenden Resultate anreihen.

Ich habe, wie schon erwähnt, ursprünglich von den capillaren Blutgefässen behauptet, dass sie in erwachsenen Thieren auf gewisse Eingriffe hin so auswachsen, wie im Embryo; jetzt füge ich hinzu, dass sich die Capillaren des älteren Thieres auf gewisse Eingriffe hin auch so contrahiren, wie in jüngeren. Ich habe also ein neues Motiv für die Behauptung, dass die Capillaren älterer Thiere auf einen Jugendzustand zurückgeführt werden können.

Für die Quappen habe ich in dem Alkohol ein Mittel kennen gelernt, um jene Modification hervorzurufen. Ob diese Modification Entzündung genannt werden darf, oder doch mit dieser irgend eine Beziehung gemein hat, das sind Fragen, die hier ganz ausser Betracht kommen.

Da sich jedoch an den Gefässen nur eine Veränderung ihrer Reactionsfähigkeit, aber keine sichtbare Änderung in ihrer Anordnung ergeben hat, will ich noch über eine Beobachtung berichten, welche meine diesbezüglichen Ansichten in manchen Stücken unterstützen dürfte.

Wenn man die Flosse einer Larve, welche einige Zeit in verdünntem Alkohol gelegen hatte, mit einer normalen vergleicht, so fällt es auf, dass in der ersteren gewisse Formelemente vorkommen, welche in der letzteren nicht zu sehen sind.

Es sind dies eigenthümlich glänzende Klümpchen, die in der Grundsubstanz, namentlich in der Nähe der Gefässe, und besonders in den Randgebieten der Flosse auftreten. Die Klümpchen sehen den Eiterkörperchen ähnlich, nur sind sie nicht amöboid.

Viele von ihnen lassen deutlich den Zusammenhang mit verästigten Zellen erkennen, das heisst, man kann sehen, wie das glänzende Klümpchen in jene eigenthümlichen Fortsätze übergeht, welche die Zellen des Flossengewebes charakterisiren. Hie und da tragen diese Klümpchen auch Pigmentkörner im Leibe, hie und da kommen auch ganz dunkle (schwarzbraune) Klümpchen vor.

Alle diese Klümpchen sind, wie gesagt, nicht amöboid. Wenn man indessen im Laufe der zweiten und der dritten Stunde genau zusieht, so entdeckt man hie und da ein solches Körperchen. welches geringe Veränderungen durchmacht. Es tritt eine Theilungsmarke auf, die wieder schwindet oder zwei durch einen hellen Streifen scheinbar getrennte Körper fliessen allmählig in eines zusammen.

Die Bilder, welche ich eben beschreibe, stimmen dem Äusseren nach genau mit jenen überein, welche ich im Beginne des Entzündungsprocesses an der Froschcornea und der Froschzunge als Übergangsformen der verästigten, unbeweglichen Zellen zu beweglichen geschildert habe.

Ganz analoge Körper tauchen im Schwanze der Larve auf, wenn man den Seitentheil einschneidet, und das Thier dann im Wasser lässt. Die *Laesio continui* ruft eine Entzündung hervor, in deren Gefolge jene Körper erscheinen.

Es scheint mir daher, dass der verdünnte Alkohol allerdings die Gewebe des Larvenschwanzes in einem Sinne verändert, welcher mit der entzündlichen Veränderung in einer nahen Beziehung steht, wenngleich das Gesammtbild des durch Alkohol veränderten Larvenschwanzes mit dem completen Entzündungsbilde sonst wenig Gemeinschaft hat.

Ich gehe nun zu der Frage über, wie sich meine Angaben zu jenen von Golubew und Tarchanoff bezüglich der Spindelelemente in den Capillaren verhalten.

Wiederholt habe ich Gelegenheit gehabt, die Angaben von Golubew und Tarchanoff zu bestätigen, dass nämlich an dem Schwanze der Froschlarven in Folge von Inductionsschlägen stellenweise solche Anschwellungen der Gefässwände entstehen, dass dadurch Verengerungen der Lumina

stattfinden. Des Besonderen ausgesprochen ist die Verengerung da, wo sich zwei solche Anschwellungen (auf den mitteren Längsdurchschnitt bezogen) einander gegenüber liegen.

Doch habe ich zu dieser Beobachtung Folgendes zu bemerken:

Insoweit es Froschlarven unter den von mir angegebenen Bedingungen betrifft, also Froschlarven, deren Capillaren einen hohen Grad von Contractilität besitzen, ist diese Anschwellung nur eine untergeordnete Erscheinung. Unter jenen Bedingungen ist das ganze Rohr contractil; es verkleinern sich die Lumina auch da, wo keine Anschwellungen liegen, und zwar so weit, dass das Rohr zu einem Strange umgestaltet wird. Aber auch an solchen Röhren, wo Anschwellungen vorkommen, ging das Wachsen der Anschwellungen mit einer Verengerung, respective mit einer gegenseitigen Annäherung diametral abstehender Längsdurchschnitte einher.

Für sehr junge Larven, ferner für solche, deren Capillaren auf den Jugendzustand zurückgeführt sind, kann ich daher aus den Contractionsphänomenen nicht auf die Anwesenheit besonderer spindelförmiger, contractiler Elemente schliessen.

Ob bei älteren Larven (ohne besondere Vorbereitung) nicht dennoch die Contractilität in gewissen spindelförmigen Territorien besser erhalten bleibt, als in den übrigen Theilen der Capillaren, vermag ich weder zu behaupten noch zu bestreiten.

Ich habe in solchen Fällen einerseits häufig negative Erfolge gehabt, und andererseits zuweilen vollständige Contractionen beobachtet.

Dem Wesen nach muss ich daher bei meiner Behauptung verharren, dass die Capillaren im Jugendzustande contractile Röhren sind, und dass sie bei fortschreitendem Alter Veränderungen erleiden, welche ihre Widerstandskraft gegen Reize erhöhen.

Es ist von Interesse zu erfahren, in welcher Weise ein an beiden Enden befestigtes, und an seiner Mantelfläche am umliegenden Gewebe haftendes Rohr seine Contractionen ausführt. Ich habe desswegen den Verlauf der Zusammenziehung aufmerksam verfolgt, besonders wenn das Gefäss zu einem Strange zusammenfiel. In einer Anzahl von Experimenten konnte ich nun mit Sicherheit constatiren, dass die Gefässwände bei der Con-

traction dicker wurden, und die Configuration ihrer Mantelflächen geändert haben. In solchen Fällen konnte ich gelegentlich auch das Entstehen von knotigen Anschwellungen beobachten, derart, dass das Gefässlumen am frühesten an der Stelle dieser Anschwellungen verschlossen, und dann erst die Nachbarstücke unwegsam wurden.

Trotz der bedeutenden Verkleinerung des Gefässquerschnittes, war ich nun doch nicht im Stande, eine etwaige Vergrösserung perivasculärer Räume zu erkennen. Es hatte immer den Anschein, dass das umliegende Gewebe sich den äusseren Gefässflächen accommodire.

Beziehung der Capillar-Contractilität zur Diapedesis und Rhexis.

Als ich zum ersten Male über das Vorkommen einer Diapedesis im Sinne der älteren Autoren berichtet habe, gab ich der Meinung Raum, dass die Blutkörperchen durch die protoplasmaartigen Wände der Capillaren durchgedrückt werden. Diese Meinung hat aber ursprünglich wenig Anklang gefunden. Die Entdeckung von den Silberlinien in den Wänden von mit Silberlösungen injicirten Capillaren hat sofort auch der Hypothese Raum gegeben, dass die Capillaren durch den Zusammentritt von Zellen entstehen, und dass die Silberlinien die übrig gebliebenen Spuren der Verkittung sind. Da man an diesen Silberlinien stellenweise auch Verbreitungen (Schaltplättchen Auerbach's)[1] gefunden hat, so lag die Verlockung nahe, diese Verbreiterungen als Löcher zu deuten und anzunehmen, dass die Blutkörper durch diese Löcher auswandern.

Diese Hypothese von der Entstehung der Capillaren ist aber, so weit mein Überblick reicht, jetzt fast allgemein verlassen worden. Man nimmt jetzt an, dass die Capillargefässe durch die Aushöhlung von ursprünglich soliden Röhren entstehen.

Ich habe auch schon darauf hingewiesen, dass diese Ansicht von der Entwicklung der Capillaren der beliebten Deutung ihrer Silberlinien als Zellgrenzen insofern keinen Eintrag thue, als sich an vielen Geweben, des Besonderen aber an Epithelien und Endothelien die analogen Probleme bieten.

---

[1] Diese Berichte, Band LII.

Die Epithel- und Endothellagen entstehen nicht durch ein Aneinanderreihen oder Zusammentreten von Zellen, sondern durch Differencirung der Zellleiber aus dem Eie.

Es ist dies am einfachsten an den oberflächlichsten Zellen des Froscheichens zu sehen, die zweifellos aus dem peripheren Antheil des Eies durch die gegenseitige Differencirung einzelner Territorien zu Zellleibern hervorgegangen sind.

Wie dem aber auch sei, ob man sich meiner Meinung anschliesst oder nicht, die Hypothese von den präformirten Löchern in den Wänden der Capillaren hat allen Boden verloren.

Schon zur Zeit, als diese Hypothese in Schwung kam, hatte Hering[1] Versuche angestellt, welche lehrten, dass Colloidsubstanzen durch die normale Capillar-Gefässwand gepresst werden können, und dass die Extravasation dieser Substanzen nicht so sehr abhängt von der Höhe als von der Dauer des Druckes.

Felix v. Winiwarter[2] hat später gezeigt, dass c. p. die Durchgängigkeit der Gefässwände in entzündeten Geweben grösser ist, als in normalen.

Dieser Nachweis spricht nur in dem Sinne meiner ursprünglichen Behauptungen, dass nämlich die Capillaren sich im Entzündungsprocesse verändern,[3] dass diese entzündliche Veränderung eine Rückkehr auf den embryonalen Zustand bedeute[4] und dass endlich dieser Zustand es ist, der die Auswanderung begünstigt.

Wenn wir nun berücksichtigen, dass:

1. Zellen aus dem Zustande einer gewissen Stabilität und relativen Festigkeit ihrer Oberflächen auf einen Zustand geringerer Festigkeit der Oberflächen zurückgeführt werden können;

2. mit dieser Veränderung auch die Contractilität und die Fähigkeit, fremde Körper in ihren Leib eindringen zu lassen, wächst;

3. die Capillaren sich, was diese Veränderung betrifft, wie solche Zellen verhalten;

---

[1] Diese Berichte, Band LVI.

[2] Diese Berichte, Band LXVIII.

[3] Stricker und Leidesdorf 1865, Band LII. dieser Berichte.

[4] Vergleiche Studien 1869, „Über Bau und Leben", LII. Bd. dieser Berichte.

4. die grössere Permeabilität der Capillaren entzündeter Gewebe experimentell nachgewiesen ist. So hat die Meinung, dass die veränderten Gefässwände des erwachsenen Thieres es sind, welche im Entzündungsprocesse die vermehrte Auswanderung begünstigen, schon einen genügenden Halt gewonnen.

Ich muss aber noch eine Beobachtung ins Feld führen, welche geeignet ist, diese Meinung wesentlich zu unterstützen.

Ich habe schon früher am Meerschweinchen, und in meinen zuletzt angestellten Versuchen an Froschlarven wiederholt die Beobachtung gemacht, dass die Blutkörper nicht nur einzeln per diapedesin durch die Gefässwand treten, sondern auch haufenweise und plötzlich an einer bestimmten Stelle, so dass rasch ein Blutklümpchen ausgestossen wird, welches zuweilen schon mit freiem Auge wahrnehmbar ist.

Ich habe diese Beobachtungen am Mesenterium des Meerschweinchens gemacht, nachdem ersteres mehrere Stunden ausserhalb der Bauchhöhle zu Kreislaufsstudien verwendet worden war, und dann wieder an Froschlarven, an welchen der Kreislauf durch die glycerinische Curarelösung sehr verlangsamt und stellenweise insultirt worden war.

Ich habe beobachtet, dass solche Häufchen von Blutkörperchen plötzlich ausgeworfen werden, zuweilen während der Kreislauf noch im Gange ist.

Der augenblickliche Eindruck war der, dass plötzlich ein Riss gebildet und wieder geschlossen wurde.

Da aber solche Beobachtungen vorläufig noch vom Zufall abhängen, will ich auf einen Umstand hinweisen, der leicht zu prüfen und nur auf Grundlage meiner Beobachtung zu deuten ist.

Wenn man eine Froschlarve in glycerinischer Lösung curarisirt und dann die Flosse irgendwie insultirt, kann man schon wenige Minuten später eine Reihe solcher capillarer Hämorrhagien antreffen. Alle diejenigen, welche die Diapedesis beobachtet haben, werden zugeben, dass ein so rascher Austritt von so vielen Blutkörperchen an einer bestimmten Stelle per diapedesin nicht wahrscheinlich ist. Wer aber sonst die capillaren Hämorrhagien, wie man sie auch in menschlichen Leichen antrifft, genauer berücksichtigt und sieht, wie stets Häufchen, welche

schon mit freiem Auge sichtbar sind, an bestimmten Stellen von Capillaren haften, wird sich leicht darüber klar werden, dass dies nicht Folgen einer Diapedesis sind.

Diese Erscheinungen sind daher, wie ich glaube, geeignet, die Meinung zu unterstützen, dass die Wände der Capillargefässe im Jugendzustande einerseits und im Entzündungsherde andererseits in toto oder streckenweise eine solche Consistenz besitzen, um gewissen Pressionen nachgeben, und fremde Körper durch-, respective austreten lassen zu können.

Beziehungen der Capillar-Contractilität zur Mechanik des Kreislaufes.

Meine erneuten Untersuchungen haben der Vermuthung, dass die Capillaren in Folge ihrer Contractilität den Kreislauf in dem Sinne zu beeinflussen vermögen, als wir es von den Arterien annehmen, keinen Vorschub geleistet. Ich habe neuerdings Reizversuche an der ausgeschnittenen Nickhaut, ferner an dem Mesenterium des lebenden Frosches, mit der möglichsten Sorgfalt angestellt; ich konnte mich aber dadurch nicht über den Standpunkt erheben, den ich schon vor zwölf Jahren eingenommen habe.

Ich habe an einem Exemplare von *Rana esculenta* zweimal hintereinander sehr schöne Contractionen eines letzten Capillarastes im Mesenterium gesehen, und zwar jedesmal nach einigen Inductionsschlägen, die ich mit Hilfe einer sehr präcisen Anordnung durch das Gesichtsfeld geleitet habe. Ich habe ferner neuerdings einige analoge Beobachtungen an der ausgeschnittenen Nickhaut gemacht. Aber die Zahl der negativen Ergebnisse war in meinen Versuchen zu gross, um die vereinzelten Erfolge im Sinne der oben genannten Vermuthung auszubeuten. Es könnte ja sein, dass sich diese Erfolge auf neugebildete Gefässe beziehen, die vielleicht so selten vorkommen, um auf die Gestaltung des Gesammtkreislaufes einen verschwindend kleinen Einfluss zu üben. Dennoch aber bin ich nicht geneigt über den Einfluss der Capillar-Contractilität auf die Mechanik des Kreislaufes ein absprechendes Urtheil zu fällen, und zwar aus folgenden Gründen.

Ich habe bei meinen erneuerten Untersuchungen an ausgeschnittenen Nickhäuten wiederholt Capillargefässe angetroffen,

welche unmittelbar nach der Präparation vollständig contrahirt waren, und sich erst im Laufe der Beobachtung erweitert haben.

Dieser Fall ereignete sich namentlich bei *Rana esculenta* viel häufiger als die Reaction auf Inductionsschläge.

Ich will hiermit nicht etwa der Meinung Raum geben, dass mechanische Reize intensiver wirken, als elektrische. Es sind wohl noch andere Erklärungen denkbar, unter Anderen auch die, dass im Beginne des Versuchs die Erstickung des ausgeschnittenen Gewebes in Betracht kommt. Aber gleichviel, welche Ursachen hier wirken mögen, so hat die Thatsache für uns das nämliche Interesse; sie lehrt uns, dass wir aus dem Mangel einer Reaction auf Inductionsschläge allein keine so weitgehenden Schlüsse ziehen dürfen, als man sonst daraus zu ziehen geneigt sein könnte. Diese Thatsache gestaltet sich aber noch instructiver, wenn wir sie den Erfahrungen an alkoholisirten Larven anreihen.

Es ist wohl nur eine Umschreibung der dabei gewonnenen Erfahrungen, wenn ich sage, dass in den Capillarwänden der Larve bei fortschreitendem Alter die Widerstände wachsen, ihre Beharrlichkeit Reizen gegenüber zunehme, dass aber diese Widerstände durch gewisse Eingriffe wieder vermindert werden können.

Fügen wir hinzu, dass die Capillaren erwachsener Thiere in Entzündungsherden erfahrungsgemäss gleichfalls ihre Beharrlichkeit ändern, dass sie auswachsen, dass sie permeabler werden, also Eigenschaften darthun, die der contractilen Materie im Allgemeinen zukommt; so ergibt sich aus alldem, dass es nicht gerechtfertigt ist, den Einfluss der Capillar-Contractilität auf den Kreislauf blos deswegen in Abrede zu stellen, weil einzelne Gefässabschnitte unter dem Mikroskope keine Contractionen erkennen lassen.

Es könnte immerhin sein, dass die Widerstände in den älteren Capillargefässen im Organismus durch Reizqualitäten überwunden werden, welche wir bis jetzt in unsere Experimente einzuführen noch nicht in der Lage sind.

XXII. SITZUNG VOM 26. OCTOBER 1876.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am heutigen Tage in Wien erfolgten Ableben des wirklichen Mitgliedes der kaiserl. Akademie der Wissenschaften Sr. Excellenz des k. k. Feldzeugmeisters Grafen Anton v. Prokesch-Osten.

Die anwesenden Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett übersendet eine Arbeit des Herrn Dr. Rudolf Klemensiewicz, Docenten und Assistenten am physiologischen Institute in Graz: „Über den Einfluss der Athembewegungen auf die Form der Pulscurven beim Menschen".

Das c. M. Herr Prof. Dr. C. Claus in Wien übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden" nebst 7 Tafeln zur Aufnahme in die Denkschriften.

Herr Prof. Claus übersendet ferner eine Abhandlung des Herrn stud. med. Berthold Hatschek in Wien, betitelt: „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Anneliden".

Das c. M. Herr Prof. A. Lieben übersendet folgende Abhandlungen:

1. „Über das Cubebin", von Herrn Dr. H. Weidel.
2. „Über den Ixolyt", von demselben Verfasser.
3. „Notiz über das Quassin", von den Herren Dr. G. Goldschmiedt und Dr. H. Weidel.
4. „Untersuchung des Säuerlings von O'Tura in Ungarn", von den Herren Dr. H. Weidel und Dr. G. Goldschmiedt.
5. „Über das Verhalten der Brassidinsäure gegen schmelzendes Kalihydrat", von Herrn Dr. Guido Goldschmiedt.

Die vorstehenden Arbeiten wurden im ersten chemischen Laboratorium der Wiener Universität ausgeführt.

Herr Franz Wendelin zu Podersam in Böhmen übersendet zwei Abhandlungen:

1. „Die Entstehung der Erde“. Versuch zu einer wissenschaftlichen Begründung der Entwicklungsgesetze.
2. „Über Metamorphose der Gesteine“.

Herr Prof. Dr. Franz Toula übersendet ein Exemplar seiner im diesjährigen Schulprogramme der Wiener Communal-Realschule im sechsten Bezirke erschienenen topographischen Schilderungen über die im Auftrage der kaiserl. Akademie von ihm im vorigen Jahre unternommene geologische Forschungsreise nach dem westlichen Balkangebiete.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real, de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo XIII. Entrega 143—145. Habana, 1876; 4°.

Académie Royale de Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Annuaire. 1876, 42me année. Bruxelles, 1876; 12°. — Notices biographiques et bibliographiques. Bruxelles 1875; 12°. — Le livre des Fiefs du Comté de Looz sous Jean d'Arckel. Par M. le chevalier C. de Borman. Bruxelles, 1875; 8°. — Biographie nationale. Tome V^e^; Ire partie. Bruxelles, 1875; 8°. Table générale du Recueil des Bulletins de la Commission royale d'histoire de Belgique. Par J. J. E. Proost. (3me Serie, Tome I A XIV); Bruxelles 1875; 8°. Compte Rendu des Séances de la Commission royale d'histoire, ou recueil de ses bulletins. 4me Serie. Tome IIe, IIIme & IVme bulletin. 1874; Vme, VIme & VIIme bulletin 1875; tome IIIme, Ier & IIme bulletin 1876. Bruxelles, 8°. — Mémoires couronnés et autres Mémoires. Tome XXIV, XXV et XXVI. Bruxelles, 1875; 8°. — Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers; Tome XXXIX; Ire partie. Bruxelles, 1876; 4°. — Mémoires de l'Academie Royale des Sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique. Tome XLI. Ire et II^de^ partie. Bruxelles, 1875 et 1876; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Kgl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1876. Berlin, 1876; 8°. — Die Plastik der

Hellenen an Quellen und Brunnen, von E. Curtius. Berlin, 1876; 4°. — Die Unterschriften in den römischen Rechtsurkunden, von C. G. Bruns. Berlin, 1876; 4°.

Akademie der Wissenschaften k.k. zu Krakau: Rocznik zarządu Akademii umiejętności w Krakowie. Rok 1875. W Krakowie, 1876; 12°. — Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń wydziału filologicznego Akademii umiejętności. Tom III. W Krakowie, 1875; 8°. — Dr. Maurye Straszewski: Jan Sniadecki; jego Stanowisko w Dziejach oświaty i filozofii w Polsce. W Krakowie, 1875; 8°. — Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia. Tomus III. W Krakowie, 1876; 4°. — Pamiętnik Akademii umiejętnosci w Krakowie. Wydział matematyczno-przyrodniczy. Tom drugy. W Krakowie, 1876; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIV. Jahrgang, Nr. 28—30. Wien, 1876; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LIX. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1876; 8°.

Astronomische Nachrichten. Bd. 88. Nr. 2105, 2106, 2107; 17, 18 u. 19. Kiel; 4°.

Bartoli, Adolfo, G.: Sopra i movimenti prodotti dalla luce e dal calore e sopra il radiometro di Crookes. Firenze, 1876; 8°.

Breslau: Universitätsschriften aus den Jahren 1875 u. 1876. Breslau; 8° u. 4°.

Centralbureau der europäischen Gradmessung. Zusammenstellung der Literatur der Gradmessungs-Arbeiten. Berlin, 1876; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences Tome LXXXIII, Nrs. 13—15. Paris, 1876; 4°.

Fries: Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum. VII—X. Index I—X. Stockholm, 1875; Folio.

Gesellschaft, naturwissenschaftliche: Sitzungsberichte der Isis in Dresden. Jahrgang 1876. Januar bis Juni.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1875. Nr. 878—905. Bern, 1876; 8°.

Gesellschaft, physikalisch - ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XVI. Jahrgang 1875. I. u. II. Abtheilung. Königsberg, 1875; 4°.

Graindorge, J.: Memoire sur L'Intégration des Équations de la Mécanique. Bruxelles, 1871; 8°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1875 u. 1876. 4°.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. XI. Deel. 1e Stuk. 's Gravenhage, 1876; 8°.

Istituto, Reale Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti. Serie II. Vol. VII. Fasc. XVII—XX. Vol. VIII. Fas. I—XX. Milano, 1874 e 1875; 8°. — Memorie. Classe di lettere e Scienze morali e politiche. Vol. XIII. — IV della Serie III. Fasc. II. Milano, 1875; 4°. — Memorie: Classe di Scienze matematiche e naturali. Vol. XIII. — IV della serie III. Fasc. II. Milano, 1875; 4°.

Jahrbuch, Militär-statistisches für das Jahr 1873. I. Theil. Wien, 1876; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1874. 3. Heft. Giessen, 1876; 4°.

Leyden, Universität: Annales academici. Lugduni-Batavorum. 1875; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. XXII. Band. 1876 XI. Gotha, 1876; 4°.

Musée, Teyler: Archives. Vol. IV. Fasc. I. Harlem, Paris & Leipzig, 1876; 4°. — Verhandelingen rakende de Natuurlijke en geopenbaarde Godsdienst, uitgegeven door Teylers godgeleerd Genootshap. Nieuwe Serie; vierde deel. Harlem, 1876; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 3me Série. Tome VI. 418e livraison. Paris, 1876; 4°.

Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr aus dem statistischen Departement im k. k. Handels-Ministerium. III. Band, 3. u. 4. Heft. & VIII. Band, 3. Heft. Wien, 1876; 4°.

Nachrichten, Statistische, von den. österreichisch-ungarischen Eisenbahnen. I. Band, 4. Heft. Wien, 1876; 4°. — IV. Band. Wien, 1876; 4°.

Nature. Nrs. 361—363. Vol. XIV. London, 1876; 4°.

Nuovo Cimento. Serie 2ª, Tomo XIV. Ottobre — Dicembre 1875. Pisa; 8°. Serie 2ª. Tomo XV. Gennaio e Febbraio 1876. Pisa; 8°.

Reichsforstverein, österr: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXVI. Band, Jahrgang. 1876. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIe Année, 2e Série, Nrs. 15 & 16. Paris, 1876; 4°.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome X. 4me et 5me livraison. La Haye, Bruxelles, Leipzig, Paris, Londres, New-York, 1875. Tome XI. Ire, 2me et 3me livraison. Harlem, Paris, Leipzig 1876; 8°. — Notice historique. Liste des protecteurs, présidents, secrétaires, directeurs et mémbres residants et étrangers et liste des publications de la Société depuis sa fondation 1752. Harlem, 1876; 8°. — (Natuurkundige Verhandlingen. 3de Verz. Deel. II, Nr. 5.) Zur Speciesfrage von H. Hoffmann. Harlem, 1875; 4°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. 5e Année T. III. Nr. 49—51. Amiens, 12°.

— Entomologique de Belgique: Compte-Rendu. Série II. — Nr. 20—29. Bruxelles, 1875—1876; 8°.

— Malacologique de Belgique: Procès verbaux des séances. Tome IIIe, Année 1874. Tome IVe Année 1875. Tome Ve; Année 1876. — Annales. Tome IX Année 1874. Bulletins. Tome IX. Année 1874. Bruxelles, 8°.

Society, of Natural History of Boston: Proceedings. Vol. XVII; part III. & IV. Boston 1875: Vol. XVIII, part I. & II. Boston 1875 & 1876: 8°. — Memoirs. Vol. II. Part IVl Number II—IV. Boston 1875 & 1876; 4°. — Occasional. Papers. II. The Spiders of the united States, by Nicholas Marcellus Hentz, M. D. Boston, 1875; 8°.

— of natural Sciences of Buffalo: Bulletin. Vol. III. Nr. 2. Buffalo, 1876; 8°.

Toula, Franz: Eine geologische Reise in den westlichen Balkan und in die benachbarten Gebiete. Wien, 1876; 8°.

Urbas, Anton: Magnetismus, Elektricität, Wärme und Licht. Laibach, 1876; 12°.

Vereeniging, königl. naturkundige in Nederlandsch-Indië: Naturkundige Tijdschrift. Deel XXXIV. VII. Serie. Deel IV. Batavia, 's Gravenhage, 1874; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher für Schleswig-Holstein: Schriften. I. 3. Heft. Band II, 1. Heft. Kiel, 1875 & 1876; 8°.

— zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, nördlich der Elbe: Mittheilungen. 4. Heft, 1860. Kiel, 1861; 12°. — 5. Heft 1861—62. Kiel, 1863; 12°. — 6. Heft, 1863. Kiel, 1864; 12°. — 7. Heft, 1864. Kiel, 1866; 12°. — 8. Heft, 1867. Kiel, 1868; 12°.

— für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. XII. 2. u. 3. Heft. Hermannstadt, 1875; 8°. — Fabricius Curt: Urkundenbuch zur Geschichte des Kisder Capitels vor der Reformation und der auf dem Gebiete derselben ehedem befindlichen Orden. Hermannstadt 1875; 8°. — Trausch, Josef: Schriftsteller — Lexikon oder biographisch-literarische Denkblätter der Siebenbürger Deutschen. III. Band. Kronstadt, 1875; 8°.

— naturwissenschaftlicher, in Carlsruhe: Verhandlungen. VII. Heft. Carlsruhe, 1876; 8°.

Winchell A.: Rectification of the Geological map of Michigan, embracing observations on the drift of the state. Salem, 1875; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 41, 42 u. 43. Wien, 1876; 4°.

Wissenschaftlicher Club: Kurze Darstellung seines Entstehens und seiner Hilfsmittel. Wien, 1876; 12°.

Mikroskopische Studien über Wachsthum und Wechsel der Haare.

Von Prof. **V. v. Ebner** in Graz.

(Mit 2 Tafeln und 1 Holzschnitt.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Juli 1876.)

Bei den Untersuchungen, deren Resultate in den folgenden Blättern niedergelegt sind, schwebte mir vor Allem als Ziel vor, den anatomischen Bau des Haares und der inneren Wurzelscheide aus den Vorgängen beim Wachsthume mechanisch zu erklären.

Wenn man jedoch bedenkt, wie complicirt die in Betracht kommenden histologischen Verhältnisse sind, wie verschiedenartig die Zellformen sich darstellen, welche in zahlreichen übereinander gelagerten Schichten Haar und Wurzelscheiden zusammensetzen; so könnte es scheinen, dass ein derartiges Unternehmen wenig Aussicht auf Erfolg biete. Aber die Schwierigkeit, ein mechanisches Verständniss der Formen histologischer Elementartheile zu gewinnen, liegt zunächst nicht in der Mannigfaltigkeit derselben. Durch die wichtige Arbeit Lott's[1] ist der überraschende Nachweis geführt, dass die vielgestaltigen, in geschichteten Pflasterepithelien vorkommenden Zellformen von den Rudiment- und Keulenzellen angefangen durch die facettirten Flügelzellen hindurch bis zu den abgeplatteten Elementen der Oberfläche, sich in einfachster Weise mechanisch aus den Wachsthumsvorgängen erklären lassen. Die erwähnte Schwierigkeit liegt vielmehr darin, dass es bisher meistens unmöglich ist, einmal die Punkte zu ermitteln und in ihrem Zusammen-

[1] G. Lott, Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Herausgegeben von A. Rollett. Leipzig 1873. Ferner Rollett in Sitzb. des Vereins d. Ärzte in Steiermark. XI. Jahrgang 1874, pag. 4.

hange zu übersehen, an welchen die das Wachsthum der Gewebe wesentlich bestimmenden Zellvermehrungen stattfinden und zweitens sich darüber eine Vorstellung zu bilden, welche Form ein Elementartheil, unabhängig von seiner Umgebung gedacht, vermöge des Wachsthumes annehmen würde. Das Haar erweist sich nun mit Rücksicht auf diese Umstände als ein relativ günstiges Object. Was den ersten Punkt betrifft, so kann man als ziemlich sicher annehmen, dass beim Haare die Vermehrung der Zellen gerade so, wie bei geschichteten Epithelien nur von den Elementen ausgehe, welche unmittelbar der bindegewebigen Unterlage aufsitzen. Bezüglich des zweiten Punktes möchte ich Folgendes bemerken:

Es ist in histogenetischen Schriften vielfach von einem Auswachsen der Zellen in bestimmten Richtungen die Rede, wobei offenbar daran gedacht wird, dass die unregelmässige Gestaltung und Volumsvermehrung nicht das Resultat der von aussen auf den Protoplasmakörper wirkenden Kräfte, sondern der Erfolg von Wachsthumsvorgängen sei, welche ausschliesslich im Innern des Protoplasmas vor sich gehen. Dass ein solches Auswachsen in der That vorkommt, ist nach den Erfahrungen, welche man an einzelligen Organismen und an nicht zu Geweben verbundenen Elementartheilen höherer Thiere machen kann, kaum zu bezweifeln. In einem Gewebe aber, dessen Elementartheile in fester Verbindung stehen, ist bei dem Umstande, dass die Vorgänge im Innern des Protoplasmas einer genaueren mechanischen Einsicht vorderhand unzugänglich sind, nicht zu entscheiden, wie viel bei der Formänderung der Zellen auf Rechnung des Auswachsens einerseits, auf die von der Umgebung ausgehenden Kräfte anderseits, zu setzen sei. Bei den Epithelien scheint aber häufig der günstige Fall vorzuliegen, dass die Elementartheile vermöge ihres eigenen, von der Umgebung unabhängig gedachten Wachsthumes der Kugelform zustreben.

Für das geschichtete Epithel der Cornea ist diese Annahme nach den Untersuchungen Lott's dadurch gerechtfertigt, dass man in der That mit derselben ausreicht, um zu verstehen, wie die thatsächlich vorkommenden Zellformen entstanden sind. Die Annahme selbst ist aber einer directen Prüfung vorderhand nicht

zu unterwerfen, sie ist eine reine Hypothese. Es scheint aber, dass ein mechanisches Verständniss thierischer Gewebebildung vorläufig nur dort zu erreichen sei, wo die erwähnte Hypothese zu Grunde gelegt werden darf. Dass dieselbe auch für eine genauere Einsicht in die Vorgänge beim Wachsthum der Haare fruchtbar sein werde, glaubte ich schon beim Beginne dieser Studien voraussetzen zu dürfen.

So schien mir denn eine Aufgabe, welche für die meisten, zum Theil viel einfacher gebauten Gewebe und Organe vorderhand als völlig unlösbar bezeichnet werden muss, gerade für das Haar zugänglich zu sein. Wie weit dies gerechtfertigt war, müssen die folgenden Blätter ergeben.

In naturgemässer Weise schlossen sich an die Studien über das Wachsthum Untersuchungen über den Wechsel der Haare. Auch hier war mein Hauptaugenmerk auf den Mechanismus des Vorganges gerichtet. Dadurch ist es mir, wie ich hoffe, gelungen, zur Aufklärung der grossen Verwirrung, welche gegenwärtig in der Lehre vom Haarwechsel herrscht, Einiges beizutragen.

I. Anatomische Vorbemerkungen.

Ehe auf den eigentlichen Gegenstand dieser Abhandlung eingegangen wird, ist es nothwendig, einige Thatsachen aus der Anatomie der Haare kurz zu besprechen. Ich beginne mit den Wurzelscheiden.

Die äussere Wurzelscheide ist bekanntlich eine directe Fortsetzung der Epidermis und reicht, wie sich besonders an menschlichen Kopfhaaren deutlich sehen lässt, bis an das blinde Ende des Haarbalges. Von der Gegend der Talgdrüsen angefangen nach aufwärts zeigt die äussere Wurzelscheide alle Schichten der Epidermis, also auch eine deutliche Hornschicht; weiter nach abwärts besteht sie jedoch aus einem mehrschichtigen Zellenlager, das nur mehr dem *Stratum Malpighi* der Oberhaut entspricht. Gegen den Grund des Haarbalges nimmt die Zahl der Zellenschichten der äusseren Wurzelscheide rasch ab und in der Höhe der Papille ist dieselbe stets nur mehr ein- bis zweischichtig. Sie reicht aber, wenn auch oft sehr verdünnt und

abgeplattet, stets bis an die Basis der Papille, wie mich das sorgfältige Studium zahlreicher Längs- und Querschnitte von Haarbälgen überzeugte. (Vergl. Taf. I, Fig. 1, *B*, Fig. 5 und Fig. 10.)

Die innere Wurzelscheide (Fig. 1, *b*) ist am vegetirenden Haare stets mit einem zackigen Rande unterhalb der Einmündung der Talgdrüsen abgerissen (Fig. 1, *b'*). Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich aber, dass gewöhnlich einzelne abgerissene Stücke ihrer glashellen Plättchen längs des Haarschaftes über die genannte Stelle hinaus zu verfolgen sind. In der oberen Hälfte erscheint die innere Wurzelscheide am Längsschnitte als ein gleichmässiger, glänzender Streif, weiter nach abwärts lässt sich ein äusserer, schmaler, heller Streif unterscheiden, der etwas über der Papille scheinbar plötzlich aufhört, während die innere, breitere Partie der Scheide körnig trüb erscheint und nach abwärts sich in die Zellen fortsetzt, welche den Grund des Haarbalges ausfüllen. Der äussere, helle Streif stellt die sogenannte Henle'sche Schicht (Fig. 1, b_3), die innere körnige Partie, die sogenannte Huxley'sche Schicht (Fig. 1, b_2) der inneren Wurzelscheide mitsammt dem Oberhäutchen derselben dar. Die Stelle, wo die helle Henle'sche Schicht nach unten scheinbar plötzlich aufhört, liegt bei menschlichen Kopfhaaren ungefähr 0·38 Mm. über der Papillenbasis, während die Huxley'sche Schicht erst 1—1·2 Mm. über der Papillenbasis hell wird.

Die Henle'sche Schicht besteht bekanntlich aus kurzen, oben und unten abgestutzten, der Länge nach halbirten kernlosen, glashellen Spindeln, welche mit ihrer Längsaxe der Haaraxe parallel laufen, mit ihrer ebenen Fläche nach aussen an die äussere Wurzelscheide stossen, mit ihrer convexen Seite gegen den Haarschaft sehen, mit ihren oberen und unteren Enden fest aneinander hängen, an den Seiten aber vielfach Lücken zwischen sich lassen. Von der Fläche gesehen, hat daher diese Schicht das Ansehen einer gefensterten Haut. Wie diese zuerst von Henle beschriebenen Lücken noch in neuerer Zeit als Täuschung und Kunstproducte erklärt werden konnten, ist mir schwer begreiflich; denn nicht nur an Insolationspräparaten, sondern auch an Schnitten gut gehärteter Präparate sieht man

die Löcher stets so deutlich, dass ihre regelmässige Existenz nicht zu bezweifeln ist.

Isolirt man die Zellen der Henle'schen Schicht durch kurzes Kochen in verdünnter Natronlauge, so überzeugt man sich leicht, dass die Ränder vielfach facettenartige Eindrücke besitzen, welche von den Nachbarzellen herrühren.

Von besonderer Wichtigkeit ist es nun, darüber sich Gewissheit zu verschaffen, wie die Henle'sche Schicht am Grunde des Haarbalges sich verhält. Es wurde früher erwähnt, dass dieselbe ober der Papille plötzlich aufzuhören scheint, was zu der Meinung veranlassen könnte, dieselbe stehe überhaupt nicht mit dem Grunde des Haarbalges in Zusammenhang, sondern stamme von der äusseren Wurzelscheide ab. In der That betrachtet Henle[1] heute noch die ganze innere Wurzelscheide als Hornschicht der äusseren Wurzelscheide und Biesiadecki[2] speciell die Henle'sche Schicht. Obwohl diese Vorstellungen eigentlich schon durch die von allen Untersuchern der Entwicklung der Haare übereinstimmend angegebene Thatsache, dass die ganze innere Wurzelscheide mit dem Haare von unten nach aufwärts wächst, sich als unhaltbar erweisen, so glaubte ich doch gerade diesen Punkt einer genauen Prüfung unterziehen zu sollen, weil es sich auch um die Frage handelt, ob die innere Wurzelscheide, nachdem das Haar einmal dieselbe durchbrochen hat, noch weiter wächst, oder unverändert bis zur Ausstossung des Haares stehen bleibt.

Man kann an stärkeren Haaren, besonders Tasthaaren von Thieren sehr leicht die innere Wurzelscheide nach Eröffnung des frei präparirten Haarbalges isoliren und erhält dann namentlich nach Imbibition derselben mit Picrocarmin sehr instructive Präparate. Betrachtet man die Stelle, an der die Henle'sche Schicht am Längsschnitte plötzlich aufzuhören scheint von der Fläche (Taf. I, Fig. 3), so bemerkt man, dass dort die Zellen ziemlich rasch einen andern Charakter annehmen. Es verschwinden zunächst die Löcher und fast gleichzeitig treten plötzlich in den bisher glashellen Zellen grobe, stark lichtbrechende, mit

[1] Eingeweidelehre. 2. Auflage. p. 20. — [2] Handbuch der Lehre von den Geweben. Herausg. von Stricker. p. 608.

Carmin sich intensiv röthende Körner und mannigfaltig gestaltete Klumpen auf, welche die ganze Zelle erfüllen. (Fig. 3, *b.*) Das Bild erinnert sehr an mit Dotterelementen erfüllte Embryonalzellen. Die Körner und Klumpen blassen in Säuren und Alkalien stark ab und lösen sich endlich völlig, so dass nun die früher unsichtbaren Kerne erkennbar werden. In Alkohol und Äther sind die genannten Bildungen unlöslich, färben sich nicht schwarz mit Osmiumsäure und bestehen daher keinesfalls aus Fett, sondern wohl zum guten Theile aus Eiweisskörpern. Die Form der Zellen ist zunächst dieselbe wie jene der angrenzenden glashellen Zellen und sie schieben sich mit ihren vorderen Enden zwischen die untersten glashellen Zellen ein, so dass im Ganzen eine unregelmässig zackige Grenze entsteht. Da und dort sieht man an der Grenze mitten zwischen den glashellen Zellen noch eine einzelne, mit Klumpen und Körnern erfüllte Zelle, bisweilen auch eine glashelle Zelle, die noch einen Kern erkennen lässt. In der Regel sind aber auch mit Tinctionsmitteln in den Zellen, wenn sie einmal glashell sind, keine Kerne mehr nachweisbar. Geht man noch weiter nach abwärts, so sieht man die körnig-klumpigen Zellen allmälig in ziemlich regelmässig sechseckige Gebilde übergehen, die einen verhältnissmässig grossen, hellen Kern enthalten, in dessen Umkreis sich eine grössere Zahl von Körnern befinden (Fig. 3, *d*) und endlich ganz im Grunde des Haarbalges schliessen sich hieran kugelige Zellen mit grossem Kerne und wenig körnigem Protoplasma. In der Höhe der grössten Peripherie der Papille sind die Zellen bereits von sechseckigem Umrisse, wie sich aus der combinirten Betrachtung von Isolationspräparaten, Längs- und Querschnitten erschliessen lässt. Aus dem geschilderten Befunde glaube ich mit Sicherheit schliessen zu dürfen, dass die Henle'sche Schicht, wie das Haar, von unten her einen beständigen Zuwachs erhält, der sich in einer bestimmten Höhe ziemlich plötzlich in die eigenthümlichen glashellen Elemente der gefensterten Haut umwandelt. Untersucht man in derselben Weise die innere Lage der inneren Wurzelscheide, die Huxley'sche Schicht, so trifft man auf analoge Verhältnisse.

Nahe dem freien oberen Rande der inneren Wurzelscheide ist die Huxley'sche Schicht innig mit der Henle'schen verbunden

und lässt wie diese keine Kerne in den Plättchen erkennen. Niemals fand ich in dieser inneren Schicht Löcher und auch die Form der Zellen weicht stets von jener der Henle'schen Schicht ab, indem dieselben immer spitz-rhombische, ziemlich dicke Körper darstellen; niemals abgestutzte Spindeln. Weiter nach abwärts findet man in den Zellen, welche zunächst glashell, wie die der Henle'schen Schicht sind, überall deutliche Kerne. Etwas tiefer unten, ungefähr im unteren Drittel des Haarbalges gehen die Zellen der Huxley'schen Schicht plötzlich in spindelförmige Zellen über, welche ebenso mit groben Körnern und Klumpen erfüllt sind, wie wir sie früher im unteren Theile der Henle'schen Schicht kennen lernten. (Vergl. Fig. 4, *a* und *b*.) Die Zellen bewahren zunächst ihre Spindelform und gehen viel allmäliger nach abwärts in sechseitig-polyedrische und endlich runde Zellen über, als dies bei den Zellen der Henle'schen Schicht der Fall ist. Im untersten Theile des Haarbalges sind die Zellen der inneren Wurzelscheide ganz gleich; es lassen sich die der Henle'schen und Huxley'schen Schicht nicht mehr unterscheiden. Betrachtet man die innere Wurzelscheide im Ganzen, so ergibt sich nach diesen Befunden, welche ich bei oft wiederholten Untersuchungen an lebhaft vegetirenden Haaren constant fand, entschieden eine grosse Übereinstimmung der beiden Schichten derselben bezüglich des Ursprunges aus dem Grunde des Haarbalges und in der Beschaffenheit der von unten nach aufwärts sich metamorphosirenden Zellen. Sieht man von der Form der glashellen Plättchen und den Löchern in der Henle'schen Scheide ab, so zeigen beide Schichten der inneren Wurzelscheide ein gemeinsames Wachsthum und dieselbe Metamorphose ihrer Elemente; diese letztere geht aber in der Henle'schen Schicht innerhalb einer viel kürzeren Wegstrecke vor sich als in der Huxley'schen Schicht.

Ich habe früher erwähnt, dass die Henle'sche und Huxley'sche Schicht nahe dem oberen Ende der inneren Wurzelscheide zu einer einheitlichen Masse verschmolzen sind. Auch bei einer genaueren Analyse von Insolationspräparaten lässt sich an dieser Stelle die Verschiedenheit der beiden Schichten nicht erkennen. Indem nämlich einerseits die Kerne der Huxley'schen Scheide schwinden, andererseits die Löcher der Henle'schen

Scheide durch Aneinanderdrängen der Elemente derselben undeutlich werden, sind hier in der That beide Schichten völlig gleichmässig geworden.

Erwähnenswerth ist noch, dass die Elemente dieser obersten Partie der inneren Wurzelscheide ein undeutlich querstreifiges, etwas gerunzeltes Ansehen zeigen, so dass in Folge dessen im Flächenbilde die innere Wurzelscheide hier weniger glashell erscheint als etwas weiter unten.

Der gegebenen Darstellung entsprechend, muss sich auf Querschnitten in verschiedenen Höhen des Haarbalges die innere Wurzelscheide sehr verschieden verhalten. Die Fig. 5 bis 9 stellen Querschnitte von Kopfhaaren, Fig. 10 und 11 von Cilien dar. In der Höhe der Papille (Fig. 5 und 10) sind Henle'sche und Huxley'sche Schicht (b_3 und b_2) fast gleichmässig körnig, es folgt hierauf nach aufwärts eine Region, in welcher die Huxley'sche Schicht körnig, die Henle'sche hell erscheint (Fig. 6 und 11). Noch weiter oben sind beide Schichten hell, die Huxley'sche Schicht zeigt aber noch Zellkerne (Fig. 7), noch weiter sind beide Schichten kernlos, aber ihre Elemente in der Form verschieden (Fig. 8), endlich am zackigen Rande sind Huxley'sche und Henle'sche Schicht völlig gleichartig geworden (Fig. 9).

Was die Zahl der Zellschichten anbelangt, aus welchen sich die Huxley'sche Schicht zusammensetzt, so ergeben meine Erfahrungen nach Studien an Längs- und Querschnitten Folgendes:

In der Regel ist eine einzige Zellenschicht vorhanden, doch schieben sich die oberen und unteren Enden der Zellen häufig zwischen einander hinein, so dass dadurch der Anschein doppelter Zellenlagen entsteht. Gewöhnlich läuft der lange Durchmesser der spitz rhombischen oder spindelförmigen Zellen der Haaraxe parallel, nicht selten kommt es aber in der oberen Hälfte der Wurzelscheide zu einer Schiefstellung der Zellen so dass die Längsdurchmesser derselben in Ebenen, welche man sich durch die Haaraxe gelegt denkt, mehr weniger stark gegen die letztere geneigt sind und zwar von aussen und oben nach innen und unten. Von innen durch das dünne Oberhäutchen der inneren Wurzelscheide gesehen, zeigen dann die Zellen eine ähnliche

dachziegelartige Deckung wie die des Oberhäutchens. Nur das untere Ende erscheint frei, Seitenränder und oberes Ende sind unter die höher liegenden Zellen geschoben. Die Henle'sche Schicht ist stets eine einfache Zellenlage.

Als dritte Schicht der inneren Wurzelscheide unterscheidet man noch das Oberhäutchen oder die Cuticula [1]. Dasselbe besteht bekanntlich aus quer verlängerten dünnen Plättchen, welche sich abwärts dachziegelartig decken, so dass dieselben am Längsschnitt der inneren Wurzelscheide, im Ganzen wie eine feine Säge sich darstellen, deren Zähne mit ihren Spitzen nach dem Grunde des Haarbalges sehen. Verfolgt man die Plättchen nach abwärts, so sieht man sie dicker und kernhaltig werden, die dachziegelartige Deckung hört auf und am Längsschnitte erscheint diese Zelllage, wie ein regelmässiges cubisches Epithel, das sich bis an den Hals der Papille deutlich als eine continuirliche Zellenlage verfolgen lässt (Fig. 1, b_1). Flächenansichten frischer Präparate, die mit Prikrocarmin behandelt sind, zeigen die Zellen dieser Lage in der Tiefe des Haarbalges als lange, helle (ganz körnerfreie), kernhaltige Elemente, welche einigermassen in ihrem Aussehen an glatte Muskelfasern erinnern.

Erwähnenswerth ist noch der Umstand, dass die quere Verlängerung der Elemente dieser Zellenlage noch unter dem grössten Umfange der Papille bis nahe an den Hals derselben sich bemerkbar macht. Dies ist an Querschnitten (Fig. 5 und 10 b_1) nur undeutlich zu sehen, weil die Contouren der durchsichtigen Plättchen nur schwer oder gar nicht zu erkennen sind und die scheinbar nebeneinander liegenden Kerne leicht zu der Täu-

---

[1] Der Ausdruck *Cuticula* sollte für das Oberhäutchen des Haares und der inneren Wurzelscheide endlich einmal aufgegeben werden. Man hat es ja nicht mit membranösen Bildungen zu thun, welche einer Metamorphose der Oberfläche oder einer Ausscheidung epithelialer Zellenlager ihre Entstehung verdanken, für welche allein, wenigstens in neuerer Zeit, der Ausdruck *Cuticula* gebräuchlich ist. Die Oberhäutchen des Haares und der inneren Wurzelscheide bestehen vielmehr aus vollständigen, isolirbaren Zellen. Vielleicht würden sich die Ausdrücke *Stratum tectorium* oder, mit Rücksicht auf die eigenthümliche Anordnung der Elemente *Stratum imbricatum* empfehlen.

schung führen könnten, es seien zwischen denselben Contouren, während sie doch Zellen angehören, die übereinander liegen.

Wenden wir uns nun zum Haare. Die Oberfläche desselben wird im Bereiche des Haarschaftes von den dachziegelförmig nach aufwärts sich deckenden querverlängerten, glashellen Plättchen des Oberhäutchens gebildet, deren freie Ränder in ihrem Gesammtprofile ebenfalls wie eine feine Säge sich ausnehmen, deren Zähne aber mit den Spitzen nach oben sehen und im Bereiche der inneren Wurzelscheide genau die Ausschnitte ausfüllen, welche zwischen den nach abwärts sehenden Sägezähnen des Oberhäutchens der inneren Wurzelscheide vorhanden sind. (Vergl. Fig. 1, a_2.)

Verfolgt man die Plättchen des Haaroberhäutchens nach abwärts, so kann man sehr schön sehen, wie dieselben sich immer mehr und mehr aufrichten und endlich mit ihren Flächen senkrecht zur Haaraxe sich stellen. (Vergl. Fig. 1 und Fig. 16.) Betrachtet man den Längsschnitt, so nehmen sich die Plättchen wie ein prachtvolles einfaches Cylinderepithel aus, das senkrecht auf der Haaroberfläche steht. In der Gegend der Papille nehmen die Plättchen an Höhe ab, neigen sich sogar mit ihrem äusseren Rande nach abwärts, werden endlich im Profile fast quadratisch den Zellen des Oberhäutchens der Wurzelscheide ähnlich, und lassen sich, wie diese bis an den Hals der Papille verfolgen. Auch die Plättchen des Haaroberhäutchens zeigen schon tief unten, unter dem grössten Umfange der Papille eine entschieden überwiegende Entwicklung nach der Richtung des Umfanges des Haarbalges und verhalten sich auch am Querschnitte ganz ähnlich, wie die Zellen des Wurzelscheidenoberhäutchens.

Auf die Structur der Faser- oder Rindensubstanz, die ich für complicirter halte, als sie gewöhnlich dargestellt wird, will ich hier nicht eingehen, weil mir dies für die folgende Darstellung nicht nothwendig scheint. Hier will ich nur hervorheben, dass die rundlichen Zellen, welche die Matrix der Rindensubstanz bilden, am grössten Umfange der Papille und nur wenig darunter ihren Ursprung nehmen, so dass dieselben also im Ganzen wie eine Kappe auf der Papille aufsitzen, während die Zellen, welche den Hals der Papille umgeben, als Matrix der früher beschriebenen Zellschichten der inneren Wurzelscheide und des

Haaroberhäutchens zu betrachten sind. Dies lässt sich an in voller Vegetation befindlichen pigmentirten Haaren am besten constatiren, indem man dort deutlich sieht, dass das Pigment niemals auf den Hals der Papille herabreicht. (Vergl. Fig. 17 und 18.)

Was endlich die Marksubstanz des Haares anbelangt, so habe ich über die Zellen derselben Nichts zu sagen, was nicht allgemein bekannt wäre. Sie sind stets in der Richtung der Haaraxe stark abgeplattet. Zwischen den Zellen befindet sich keine Grundsubstanz und ich muss mich daher gegen v. Nathusius[1] aussprechen, der das Haarmark als Bindesubstanz, als verlängerte und gewucherte Papille ansieht. Die Markzellen sind sicherlich ebenso epithelialer Natur, wie die anderen Bestandtheile des Haares. Die Matrix derselben liegt am höchstgelegenen Theile der Papille, über dem grössten Umfange derselben.

Ich darf hier nicht unterlassen, Einiges über die Form der Papille zu bemerken, da dieselbe, abgesehen von den später zu besprechenden Änderungen im Verlaufe des Haarwechsels wesentlich mit der An- oder Abwesenheit der Marksubstanz zusammenhängt.

Haare mit kräftig vegetirender Marksubstanz haben eine lange, spitz zulaufende Papille, während Haare, an welchen keine Marksubstanz in Bildung begriffen ist, abgerundete, oder wenigstens in einen stumpfen Kegel auslaufende Papillen besitzen. Das letztere ist namentlich bei marklosen Kopfhaaren der Fall. In voller Vegetation begriffene Haare besitzen immer eine Papille, die durch einen dünnen Hals mit dem Haarbalge sich verbindet. Der Durchmesser des Halses beträgt selten mehr als die Hälfte des grössten Durchmessers der Papille, wie bereits aus den Messungen von Moleschott und Chapuis[2] hervorgeht.

Eine besondere Beachtung verdienen die Epithelzellen, welche die Papille unmittelbar bedecken. Die Untersuchungen

---

[1] Das Wollhaar des Schafes etc. Berlin, 1866.

[2] Untersuchungen zur Naturlehre. Herausgegeben von Moleschott, VII. Bd., pag. 334.

Lott's über den Bau und das Wachsthum der geschichteten Pflasterepithelien haben mit Sicherheit ergeben, dass es wesentlich die unmittelbar auf der unterliegenden Bindegewebshaut aufruhenden Zellen (Fusszellen) sind, von welchen der Wiederersatz, der durch Abstossung verloren gegangenen Zellen ausgeht. Es ist nun von vornherein wahrscheinlich, dass dasselbe auch bei den Haaren der Fall ist, dass es die unmittelbar auf der Papille aufsitzenden Zellen sind, welche die dem Haar und den Wurzelscheiden eigenthümlichen Zellschichten erzeugen. Die äussere Wurzelscheide setzt sich als eine einschichtige Zellenlage bis an die Basis der Papille fort und steigt nun, sich gleichsam umschlagend, an der Papille hinauf. Am Längsschnitte der Papille liegt zu unterst am Halse eine Zelle, die noch zur äusseren Wurzelscheide gerechnet werden muss, sie scheint zu ruhen, wie die ganze einfache Zellschicht der äusseren Wurzelscheide im Grunde des Haarbalges. Die nun von unten nach aufwärts am Halse der Papille sich folgenden „Fusszellen“ sind in der Ordnung, wie sie übereinanderliegen: 1. die Mutterzelle der Henle'schen, 2. der Huxley'schen Schicht, 3. des Oberhäutchens der inneren Wurzelscheide, dann folgt 4. die Mutterzelle des Haaroberhäutchens. Alle diese Zellen liegen, wie gesagt, am Hals der Papille. (Vergl. Fig. 1.)

An dem Abhange des sich ausbreitenden Körpers der Papille ruhen nun die Matrixzellen der Fasersubstanz des Haares, der sich endlich, wo Mark vorhanden ist, die Mutterzellen des letzteren anschliessen. Diese Vorstellung ist nicht blos aus der Analogie der Anordnung geschichteter Epithelien construirt, sie beruht vielmehr auf der Thatsache, dass sich an guten Längsschnitten die Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide bis an die Fusszellen verfolgen lassen. Dadurch, dass eben alle genannten Schichten bis zur Papille reichen, entsteht am Übergange der einschichtigen, ruhenden äusseren Wurzelscheide am Grunde des Haarbalges ein an guten Schnitten deutlicher Umschlagsrand. Nimmt man hinzu, dass es eine völlig gesicherte Thatsache ist, dass die Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide von unten nach aufwärts sich differenziren und in dieser Richtung aus weichen Zellen allmälig in feste hornartige Bildungen sich umwandeln, so wird man zugeben müssen,

dass es mehr als blosse Vermuthung ist, wenn ich die auf der Papille aufsitzenden Zellen in der früher angeführten Ordnung als Matrixzellen der Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide ansehe. Freilich muss ich bekennen, dass ich über die Art, wie die genannten Zellen sich vermehren, gar nichts Näheres anzugeben weiss, denn die Versuche, die auf der Haarpapille unmittelbar aufsitzenden Zellen mit Hilfe von Isolationsmitteln zu studiren, haben mich bisher zu keinem erwähnenswerthen Resultate geführt. Wenn ich daher auch zugeben muss, dass die früher aufgestellte Annahme weit davon entfernt ist, völlig erwiesen zu sein, so scheint sie mir doch die einfachste und mit allen beobachteten Thatsachen am Besten verträglich zu sein. Jedenfalls kann davon keine Rede sein, dass der ganze Grund des Haarbalges rings um die Papille von gleichmässigen, noch indifferenten Zellen erfüllt sei, denn die beiden Oberhäutchen lassen sich mit Bestimmtheit an Schnitten bis knapp an den Hals der Papille verfolgen.

Am Schlusse dieses Abschnittes kann ich nicht umhin, mit Befriedigung zu constatiren, dass die wesentlichsten darin enthaltenen Angaben mit dem übereinstimmen, was Unna[1] kürzlich über dieselben Punkte geäussert hat. Das einheitliche Wachsthum der inneren Wurzelscheide vom Halse der Papille, die Verfolgbarkeit des Ursprunges der Oberhäutchen bis an die Papille, hebt auch Unna hervor. Nur bezüglich der Zahl der übereinanderliegenden Matrixzellen differiren wir. Dass Unna für die Oberhäutchen sieben, für die innere Wurzelscheide sechs Matrixzellen übereinander zeichnet, scheint daher zu kommen, dass er keine rein axialen Längsschnitte vor sich hatte. Dass in diesem Abschnitte, nur hier am Schlusse, der Arbeit Unna's Erwähnung geschieht, obwohl dieselbe so viele Berührungspunkte mit meinen Mittheilungen bietet, bedarf vielleicht einer Aufklärung. Es rührt dies daher, dass die ersten Capitel dieser Abhandlung schon längst geschrieben waren, ehe Unna's „Beiträge etc.“ erschienen. Eine totale Überarbeitung des bereits Fertigen schien mir aber doch nicht nothwendig zu sein.

II. Die mechanischen Vorgänge beim Wachsthum der Haare.

Es sollen nun zunächst die Wachsthumsvorgänge in's Auge gefasst werden, welche sich aus dem mikroskopischen Bilde in voller Vegetation begriffener Haare erschliessen lassen.

---

[1] Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Oberhaut etc. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. XII, 1876.

Es handelt sich zunächst um die Frage, ob das Haar allein wächst, oder auch die Wurzelscheiden; ferner, inwieweit insbesondere die innere Wurzelscheide bei der Bildung des Haarschaftes eine Rolle spielt. In der Frage, ob nach dem Durchbruche des Haares die innere Wurzelscheide fortwächst oder ruht, konnte eine Übereinstimmung der Ansichten bisher nicht erzielt werden. Soviel mir bekannt ist, nehmen nur Reichert und Biesiadecki ein Fortwachsen der inneren Wurzelscheide während der ganzen Vegetationsdauer des Haares an; letzterer jedoch nur für die zwei inneren Schichten derselben.

Zunächst ist sicher, dass mit dem Haare auch sein Oberhäutchen beständig fortwächst. Da nun, wie früher erwähnt wurde, und wie schon lange bekannt ist, die Ränder der nach aufwärts stehenden Schuppen des Haaroberhäutchens in die Zwischenräume der nach abwärts sehenden Ränder des Oberhäutchens der inneren Wurzelscheide eingreifen, so ist damit eine Art Sperrvorrichtung gegeben, die dem Haare nicht gestattet aufwärts zu rücken, wenn die innere Wurzelscheide, welche mit ihrem Oberhäutchen fest verwachsen ist, ruht. Die Existenz dieser Sperrvorrichtung wird am besten durch die Erscheinungen ad oculos demonstrirt, welche das Oberhäutchen eines gewaltsam ausgerissenen, vegetirenden Haares darbietet. Falls die innere Wurzelscheide nicht mit ausgerissen wird, sind nämlich, wie Henle gezeigt hat, die Oberhäutchenzellen am unteren Theile des Haarschaftes durch den Widerstand des Wurzelscheidenoberhäutchens nach abwärts umgeschlagen. (Vgl. Henle's Eingeweidelehre, Fig. 16.) Wohl kann aber die innere Wurzelscheide sich über das Haar hinwegschieben, weil in diesem Falle die Zähne ohne Anstand übereinander gleiten können. Es ergibt sich somit die Nothwendigkeit, dass die innere Wurzelscheide wenigstens mit ihren inneren Schichten nicht nur beständig wächst, sondern sogar rascher wächst als das Haar. In der That hat auch Biesiadecki diesen Schluss gezogen.

Bevor wir jedoch näher auf diesen Punkt eingehen, müssen wir noch einer anderen Erklärung gedenken, welche der genannten Sperrvorrichtung zu Theil wurde.

Henle und mit ihm neuerlich wieder Unna nehmen nämlich an, dass die Zähne, die man am Haar- und Wurzelscheiden-

oberhäutchen im optischen oder wirklichen Längsschnitte sieht, nichts Anderes als der Ausdruck von Schraubengängen seien. Das Haar soll sich, wie eine Spindel in der Mutter durch die innere Wurzelscheide gleichsam hinausschrauben.

Eine solche Vorstellung ist aber aus verschiedenen Gründen unhaltbar. Zunächst wird man schwerlich bei Betrachtung der Oberhäutchen im Stande sein, eine schraubige Anordnung der Schüppchen mit Sicherheit zu constatiren. Man erhält vielmehr den Eindruck, dass die Ränder der Schuppen in übereinander liegenden Kreisen und nicht in einer Schraubenlinie angeordnet seien. Ich berufe mich, als auf ein unverdächtiges Zeugniss auf die Darstellung der Haaroberfläche, welche Henle in seiner Eingeweidelehre (Fig. 16) gibt und die augenscheinlich mehr für eine quirlständige als für eine schraubige Anordnung der Schuppen spricht. Allerdings kann man die Schuppen auch in Schraubenlinien sich angeordnet vorstellen; diese Linien lassen sich aber eben so gut links- als rechtswendig denken und verlieren somit offenbar alle Bedeutung. Aber selbst zugegeben, dass die Schüppchen schraubig angeordnet seien, so ist dies noch nicht der geringste Beweis für Drehungen des Haares; so wenig als eine schraubige Anordnung von Blättern an einer Pflanzenaxe jedesmal in Drehungen der Axe während des Wachsthumes begründet ist. Geht man vom Oberhäutchen des Haares auf die Rindensubstanz über, so bemerkt man in dieser keine Spur von Drehung. Die Faserung des Haares ist vielmehr genau parallel der Haaraxe. Da die Matrixzellen des Haares auf der Papille offenbar festsitzen, so müssten die Haarzellen von der Papille weg, falls das Haar sich dreht, wenigstens im peripherischen Theile des Haares sehr auffällige, rechtswendige oder linkswendige Spiralen beschreiben. Man bedenke nur, dass die freien Ränder der Haarschüppchen nur ungefähr 6 μ. von einander abstehen und dass, wenn wirklich diese Distanz die Höhe eines Ganges der Schraube darstellte, durch welche sich das Haar hinausdreht, jeder Punkt der Haaroberfläche 500 Umdrehungen machen müsste, um an die Mündung eines drei Millimeter langen Haarbalges zu gelangen. Dass unter solchen Umständen die Zellen der Fasersubstanz ganz geradlinig, parallel der Haaraxe angeordnet bleiben können, wie es thatsäch-

lich der Fall ist, ist wohl ganz unmöglich. Endlich ist nicht einzusehen, woher die Kraft kommen soll, welche dem Haare die Drehung ertheilt. Eine rings um die Papille gleichmässig vertheilte Matrix ist hiezu wohl nicht geeignet.

Bei allen diesen Erörterungen wurde noch stillschweigend die Voraussetzung gemacht, dass erstens die Haare drehrund sind und dass zweitens die Haarbälge gerade Röhren darstellen. Dies ist aber Beides bei weitem nicht immer der Fall. Die Haare sind ja häufig von elliptischem, fast dreieckigem oder ganz unregelmässigem Querschnitte, ja es kommen tief cannellirte Haare (bei der Spitzmaus)[1] vor. Dass solche Haare sich in der eng anliegenden Wurzelscheide nicht drehen können, leuchtet sofort ein. Eben so wenig ist eine Drehung des Haares in gekrümmten Haarbälgen möglich. Ich glaube daher nicht zu weit zu gehen, wenn ich die von Henle vermuthete und von Unna als eine ausgemachte Sache betrachtete Aufwärtsbewegung des Haares nach Art einer Mikrometerschraube als absolut unhaltbar erkläre. Das Haar muss ohne Drehungen in der Richtung des Haarbalges fortwachsen. Dann bleibt aber nur die Annahme zulässig, dass, wenigstens soweit die Plättchen des Haaroberhäutchens noch weich und nicht in ihrer definitiven Lage an das Haar angedrückt sind, die innere Wurzelscheide, rascher wachsend als das Haar, über dieses hinweggleitet und indem sie fest auf das Haar drückt, die Plättchen des Oberhäutchens allmälig umlegt, so dass sie sich endlich dachziegelförmig von unten nach aufwärts decken. Die innere Wurzelscheide ist in ihren oberen Theilen nahe dem zackigen Ende eine einheitliche Masse. Die drei Schichten derselben sind so fest miteinander verbunden, dass es äusserst schwer und nur in der unvollkommensten Weise gelingt, sie voneinander zu isoliren. Alle drei Schichten wachsen, wie früher schon auseinandergesetzt wurde, von unten nach aufwärts und zwar, wie wir jetzt hinzufügen können, so lange, als das Haar überhaupt vegetirt. Dabei ist aber nicht ausgeschlossen, dass die inneren Schichten tiefer unten rascher wachsen als die äussere (Henle'sche) Schicht, ja es ist dies sogar sehr wahr-

[1] Reissner: Beiträge zur Kenntniss der Haare etc. Breslau, 1854, pag. 5.

scheinlich. Ich halte das Auftreten der Spalten in der Henle'schen Schicht wesentlich für einen Effect der Spannung, die durch das stärkere Wachsthum der beiden inneren Schichten der inneren Wurzelscheiden bewirkt wird, welchen die Henle'sche Schicht von der Stelle an, wo ihre Zellen körnerfrei und kernlos geworden sind, mehr passiv zu folgen scheint.

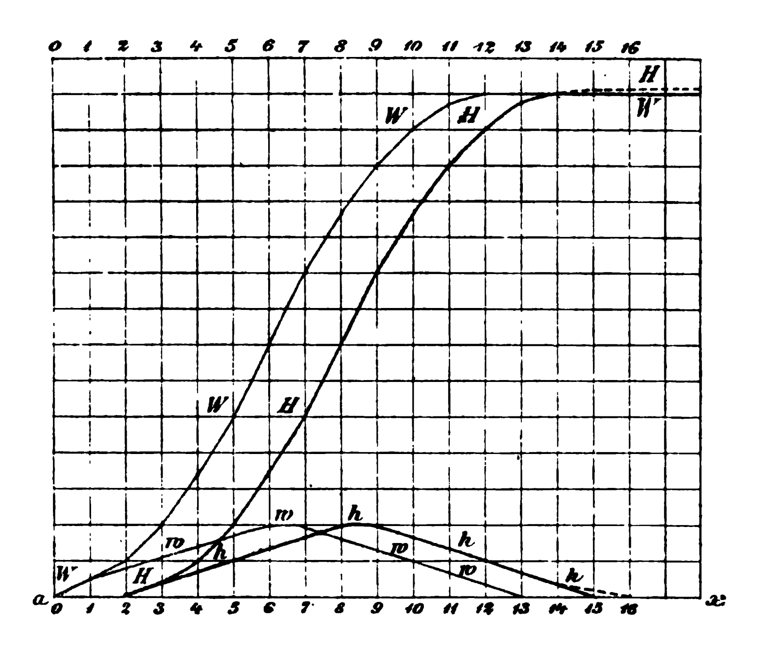
Es ergibt sich aber bei dieser Auffassung der Verhältnisse eine Schwierigkeit, die den Gedanken an ein beständiges Wachsthum der inneren Wurzelscheide bei oberflächlicher Betrachtung völlig unhaltbar erscheinen lässt; nämlich die Thatsache, dass die innere Wurzelscheide vom Haare durchbrochen wird und am vegetirenden Haare stets mit einem scharfen zackigen Rande unterhalb der Einmündung der Talgdrüsen in den Haarbalg aufhört. Diese Thatsache lässt sich offenbar nur so deuten, dass das Haar im Bereiche des Endes der inneren Wurzelscheide jedenfalls rascher wächst und dieselbe durchbrochen hat. Es klingt nun paradox, dass am Grunde des Haares gerade das Umgekehrte der Fall sein soll, und offenbar haben diejenigen Beobachter, welche sich von der Anwesenheit einer scharfen Grenze der inneren Wurzelscheide noch im Bereiche des Haarsackes überzeugten, es als selbstverständlich gehalten, dass das Haar von dem Momente an, wo die innere Wurzelscheide durchbrochen wurde, allein fortwächst, während die letztere nun ruht.

Eine genauere Analyse der Wachsthumsvorgänge ergibt jedoch unter verhältnissmässig sehr einfachen Voraussetzungen die Möglichkeit, dass in der unteren Hälfte des Haarbalges die innere Wurzelscheide dem Haare, in der oberen Hälfte aber umgekehrt das Haar der inneren Wurzelscheide in der Wachsthumsbewegung vorauseilt.

Die folgende graphische Darstellung soll das Gesagte erläutern.

Denken wir uns zunächst auf der Linie *ax* der umstehenden Figur eine Reihe aufeinanderfolgender Längenelemente des Haares und der Wurzelscheide vertheilt. Der Nullpunkt würde der tiefsten Stelle des Haarbalges, dem Ursprungspunkte der inneren Wurzelscheide am Halse der Papille entsprechen, die folgenden Punkte successive aufeinanderfolgenden Längenelementen in der Richtung gegen die Mündung des Haarbalges;

x entspreche der Mündung des Haarbalges. Der Punkt 2 möge der Lage nach der untersten Matrixzelle des Haares entsprechen.



Denken wir uns nun auf allen diesen Punkten Ordinaten errichtet, welche uns das Eigenwachsthum jedes einzelnen Längenelementes des Haares und der inneren Wurzelscheide innerhalb einer bestimmten Zeit darstellen sollen. Unter Eigenwachsthum soll jene Längenzunahme eines Längenelementes verstanden werden, welche aus dem Intussusceptionswachsthum und der aus was immer für Gründen (seitlicher Druck, Streckung etc.) eintretenden Formveränderung der Zellen resultirt. Dieses Eigenwachsthum wird nicht an allen Stellen dasselbe sein. Es wird von den ruhenden Matrixzellen (Fusszellen) weg gerechnet, einem Maximum zustreben und dann wieder auf Null absinken gegen die Mündung des Haarbalges. Wenn wir daher auf den Punkten 1, 2, 3 etc. die Eigenwachsthumsordinaten auftragen und ihre oberen Endpunkte verbinden, so werden wir Eigenwachsthumscurven erhalten, welche uns die räumliche Verthei-

lung der Wachsthumsintensität der Elemente des Haares und der inneren Wurzelscheide darstellen. Die Form dieser Curven ist natürlich nicht genauer festzustellen, es ist dies aber für den ins Auge gefassten Zweck auch gar nicht nothwendig. Wir wollen der Einfachheit wegen annehmen, dass die Curven gleichmässig ansteigen und abfallen, und dass dieselben für Haar- und Wurzelscheiden genau gleich seien. Wichtig ist aber und nach den früheren anatomischen Auseinandersetzungen als sicher anzunehmen, dass die beiden Curven nicht denselben Anfangspunkt haben. Die Eigenwachsthumscurve der inneren Wurzelscheide (*W*, *w*, *w* etc.) beginnt früher als die des Haares (*H*, *h*, *h* etc.). Das, was wir nun wissen wollen, ist das Verhalten der Gesammtverschiebung der in gleicher Höhe des Haarbalges befindlichen Längenelemente des Haares und der inneren Wurzelscheide. Diese Gesammtverschiebung lässt sich nun aus unseren Eigenwachsthumscurven leicht ermitteln. Die Gesammtverschiebung ist offenbar gleich dem Eigenwachsthume eines Längenelementes mehr dem Eigenwachsthume aller vorhergehenden Längenelemente. Führen wir nun diese Addition graphisch aus, so erhalten wir für jedes Längenelement des Haares und der Wurzelscheide die Gesammtverschiebung. Verbinden wir die Endpunkte aller Ordinaten, welche uns einerseits die Grösse der Gesammtverschiebung der einzelnen Längenelemente des Haares (*H*, *H* etc.), anderseits jener der inneren Wurzelscheide (*W*, *W* etc.) angeben, so erhalten wir Gesammtverschiebungscurven, welche uns nun über die gestellte Frage völlig befriedigenden Aufschluss geben. Man sieht auf der Figur, dass bis zu dem Punkte 14 die Ordinaten 2 *W*, 3 *W*, 4 *W*....... durchwegs höher sind als die correspondirenden Ordinaten 2 *H*, 3 *H*, 4 *H*......... Die auf denselben Punkten der Abscisse stehenden Ordinaten der Curven *W*, *W* und *H*, *H* sind aber das Mass der in derselben Zeit erfolgenden Gesammtverschiebung correspondirender Punkte der inneren Wurzelscheide und des Haares. Es zeigt sich also, dass im unteren Theile des Haarbalges die Elemente der Wurzelscheide sich stärker verschieben als die des Haares, obwohl wir die Wachsthumsintensität gleich angenommen haben. Es ist einleuchtend, dass dieser sehr bemerkenswerthe Umstand darin

begründet ist, dass die innere Wurzelscheide tiefer unten entspringt als das Haar.

Verfolgen wir die Gesammtverschiebungscurven gegen die Mündung des Haarbalges, so sehen wir dieselben endlich in eine der Abscisse parallele Gerade übergehen, was nichts anderes bedeutet als die selbstverständliche Thatsache, dass alle Punkte, welche über dem letzten Längenelemente mit Eigenwachsthum gelegen sind, in derselben Zeit um dieselbe Länge verschoben werden. Da die Eigenwachsthumscurven als congruent angenommen und nur auf der Abscisse gegen einander verschoben wurden, so versteht es sich von selbst, dass die beiden in ganz gleicher Weise abgeleiteten Gesammtverschiebungscurven ebenfalls congruent und nur auf der Abscisse verschoben sein müssen, mithin in eine und dieselbe gerade Linie sich fortsetzen. Das heisst nichts anderes, als unter den gemachten Voraussetzungen wachsen an der Mündung des Haarbalges Haar und innere Wurzelscheide gleich schnell.

Die bisher angestellten Betrachtungen haben zu dem bemerkenswerthen Ergebnisse geführt, dass, wenn die Wachsthumsvorgänge an Haar und innerer Wurzelscheide als genau gleich angenommen werden, im unteren Theile des Haarbalges sich die innere Wurzelscheide über das Haar hinüberschiebt, während höher oben Haar und Wurzelscheide gleich schnell wachsen. Die Thatsache, dass die innere Wurzelscheide ihre Matrix tiefer unten hat, ist die mechanische Ursache dieser Wachsthumserscheinung.

Wir haben aber früher gesehen, dass die anatomischen Thatsachen mit grösster Bestimmtheit darauf hinweisen, dass gegen die Mündung des Haarbalges das Haar der Wurzelscheide im Wachsthum vorauseilt. Um dies zu erklären, braucht man nur anzunehmen, dass die Eigenwachsthumscurve des Haares etwas weniger steil abfällt als die der inneren Wurzelscheide (etwa statt von *h* 14 nach 15, von *h* 14 nach 16). Allsogleich durchschneidet dann die Gesammtverschiebungscurve des Haares jene der inneren Wurzelscheide und steigt über diese etwas empor (in unserer Figur die über *W* sich erhebende punktirte Linie), während in dem weiter rückwärts gelegenen Theile der Curve nichts geändert wird. Eine im Wesentlichen gleiche

Änderung der Gesammtverschiebungscurve würde resultiren, wenn die Eigenwachsthumscurve des Haares zu einem etwas höheren Maximum ansteigen würde als die der inneren Wurzelscheide. Einige anatomische Thatsachen sprechen dafür, dass beides vorkommt. Für ein hohes Maximum des Eigenwachsthums spricht die starke Verlängerung und Verdünnung der Plättchen der Rindensubstanz, für ein allmäliges Absinken des Eigenwachsthums der unmerkliche Übergang der runden Zellen der Haarmatrix in die verhornten Faserplättchen. Auf der anderen Seite spricht der plötzliche Übergang der grobkörnigen Zellen der inneren Wurzelscheide in glashelle hornartige Platten für ein rasches Absinken des Eigenwachsthums dieser letzteren.

Nach Allem, was bisher mitgetheilt wurde, glaube ich nun als gesicherte Thatsache betrachten zu dürfen, dass die innere Wurzelscheide nicht blos während der Entwicklung des Haares, sondern während der ganzen Vegetationsdauer desselben fortwächst und zwar in der unteren Hälfte des Haarbalges in der Art, dass sie sich über das Haar hinwegschiebt, wodurch allein die eigenthümliche Anordnung der Plättchen des Haaroberhäutchens bewirkt wird.

Ein zufällig an einem Schnitte durch das Augenlid eines Menschen gemachter Fund illustrirt aufs deutlichste die Folgen, welche ein abnorm verlangsamtes Wachsthum der inneren Wurzelscheide für die Bildung des Haares hat. Fig. 2, Taf. I stellt den Längsschnitt der Wurzel eines Haares dar, das eine offenbar mangelhaft entwickelte innere Wurzelscheide besitzt. Vergleichen wir die Fig. 2 mit Fig. 1, welche eine ungefähr gleich starke Haarwurzel aus demselben Augenlide bei genau gleicher Vergrösserung mit der Camera lucida gezeichnet darstellt, so fällt zunächst Folgendes auf: An der pathologischen Haarwurzel gehen die körnigen Zellen der Henle'schen Schicht viel tiefer unten in glashelle Plättchen über als an der normalen. Dasselbe ist in noch auffälligerer Weise bei der inneren (Huxley'schen) Schicht der Fall. Nach Messungen an vier normalen in voller Vegetation begriffenen Cilien desselben Augenlides reicht die körnige Partie der Huxley'schen Schicht 0·55—0·65 Mm. über die Basis der Papille, während die Henle'sche Schicht 0·32—0·35 Mm. über derselben Stelle hell wird.

An unserem pathologischen Haare wird aber die Huxley'sche Schicht schon bei 0·45 Mm. und die Henle'sche Schicht bei 0·25 Mm. über der Papillenbasis hell. Betrachtet man nun das Haar, so fällt auf, dass die Plättchen des Oberhäutchens statt nach aufwärts, nach abwärts umgeschlagen sind und weiter oben, dass das Haar mit groben queren Runzeln und Falten, welche von zusammengeschobenen Oberhäutchenzellen herrühren, überdeckt ist, als ob es durch einen Widerstand gestaut würde; kurzum, das Haar zeigt genau das Bild, wie wir es nach den früheren Auseinandersetzungen erwarten müssen, wenn die innere Wurzelscheide stille steht oder langsamer wächst, als das Haar, und ich betrachte diesen Befund als eine gut stimmende Probe auf die Richtigkeit meiner Behauptungen.

Wir wollen uns nun mit der Frage beschäftigen, wie die verschiedenen am Haare und den inneren Wurzelscheiden vorkommenden Zellformen von mechanischen Verhältnissen abhängen. Die Erörterung dieser Frage verspricht natürlich nur insoweit einen Erfolg, als wir die in der Einleitung besprochene Voraussetzung machen dürfen, dass die Zellen vermöge der in ihrem Inneren thätigen Wachsthumsvorgänge der Kugelform zustreben.

Die Zellen der inneren Wurzelscheide sind tief unten nahezu kugelig, sie werden dann ziemlich regelmässige sechseckige Platten. Drücken sich gleiche, kugelige Elemente allseitig innerhalb einer Fläche, die innen und aussen gleichmässige Widerstände besitzt, so muss diese Form sich ausbilden. Wir können nun in der That voraussetzen, dass einerseits durch die Spannung des umliegenden Gewebes auf der Haarbalgoberfläche ein Druck in radiärer Richtung nach einwärts lastet, anderseits durch die wachsende Haarsubstanz ein radiärer Druck nach aussen ausgeübt wird. Die Existenz des ersteren Druckes wird insbesondere durch die Erscheinungen, die man beim Haarwechsel beobachten kann und die wir später noch eingehender zu berücksichtigen haben werden, erwiesen. Durch diese senkrecht gegen einander gerichteten Druckwirkungen wird also insbesondere im Bereiche des grössten Umfanges der Papille, wo die Matrixzellen der Fasersubstanz des Haares liegen, eine Abplattung der Elemente der Wurzelscheide in der Richtung

der Haarbalgradien eintreten. Keinen so bedeutenden Widerstand finden die Zellen in den Richtungen der Tangenten des Balges, so dass es zunächst in diesen Richtungen nur zu einer Formveränderung kommt, welche der Druck der Zellen unter sich bewirkt, und der erst kreisförmige Umriss in den eines regulären Sechseckes übergeht. Weiter nach aufwärts werden die Sechsecke länger und schmäler, was sich einfach dadurch erklärt, dass die innere Wurzelscheide im Ganzen ein von unten nach aufwärts kegelförmig zulaufendes Rohr darstellt, das insbesondere gleich über der Papille sich stark verengert. Indem die Kreise, welche einer Zellenreihe des Querschnittes entsprechen, immer kleiner werden, muss nothwendig der Längsdurchmesser der Zellen zu- und ihr querer (tangentialer) Durchmesser abnehmen. So weit es der Widerstand gestattet, muss auch der radiäre oder Dickendurchmesser zunehmen. (Vergl. Fig. 5 und 6, b_3.) Die äussere Wurzelscheide übt, wie man nach der ganz regelmässigen Stellung ihrer Fusszellen schliessen kann, einen gleichmässigen, radiär gerichteten Wachsthumsdruck nach innen und aussen aus, so dass in Folge dessen die äussere Oberfläche der inneren Wurzelscheide eben erscheint. Die früher geschilderten Besonderheiten der Henle'schen und Huxley'schen Schicht der inneren Wurzelscheide lassen mit Grund vermuthen, dass die letztere eine bedeutend langsamer absinkende Wachsthumsintensität besitzt als die erstere und sich demgemäss über die Henle'sche Schicht an den höher gelegenen Punkten des Haarbalges fortbewegt. Während dieser Bewegung werden sich die selbst seitlich und radiär stark gepressten .Zellen der Huxley'schen Schicht insbesondere an jenen Stellen der Henle'schen Scheide eindrängen, die den relativ geringsten Widerstand bieten. Das sind offenbar die seitlichen (tangentialen) Verbindungslinien der Henle'schen Zellen. Es kommt so einerseits durch eine von innen und unten wirkende Spannung zur Lückenbildung zwischen den Rändern der Henle'schen Zellen, anderseits zur Hervorwölbung des stärker Widerstand leistenden Mitteltheiles der Zellen nach innen. Die Huxley'schen Zellen selbst werden wegen ihres stärkeren Wachsthums mehr verlängert als die Henle'schen und aus demselben Grunde auch in tangentialer Richtung beim Hinaufrücken in einen immer enger

werdenden Conus stärker comprimirt, so dass sie schliesslich im Querschnitte wie kurze, radiär gerichtete Cylinderzellen sich ausnehmen. Vergl. Fig. 7 und 8 b_1.

In ähnlicher Weise, wie für die Zellen der inneren Wurzelscheide, lässt sich auch für die Zellen der Fasersubstanz des Haares die nach aufwärts zu eintretende Verlängerung durch Compression in radiärer und tangentialer Richtung als eine mechanische Folge der Wachsthumsverhältnisse bis zu einem gewissen Grade begreifen.

Wenden wir uns aber jetzt zu den Oberhäutchen und zur Marksubstanz des Haares, so finden wir hier Verhältnisse, zu deren Erklärung die bisher angenommenen Momente nicht reichen. Die Zellenformen des Haarmarkes bieten ein verhältnissmässig einfaches Problem. Es handelt sich dort nur um die Erklärung, wie es möglich ist, dass die Zellen sich in der Richtung der Haaraxe abplatten. Die Rindensubstanz bildet im markhaltigen Haare einen nach oben gegen die Spitze zu geschlossenen Kegel. Damit innerhalb dieses kegelförmigen Hohlraumes, der sich beständig verlängert, ein Druck in der Richtung der Axe erfolge, ist es offenbar nothwendig, dass die Gebilde, die diesen Kegel erfüllen, denselben selbst erzeugen, indem sie den Widerstand nicht zu überwinden vermögen, den sie an der Spitze und Basis des Kegels finden. Dies wird eintreten, wenn die Zellvermehrung von der Matrix des Markes aus so rasch erfolgt, dass die dadurch bedingte Volumszunahme des Markes, von äusserem Drucke unabhängig gedacht, mehr betragen würde, als die während derselben Zeit eintretende Vergrösserung des Hohlraumes innerhalb der Fasersubstanz des Haares. Unter diesen Umständen werden die Markzellen das Haar zu sprengen suchen, sind sie dies nicht im Stande, so müssen sie sich abplatten in der Richtung der Axe [1].

---

[1] Dass die Markzellen wirklich einen bedeutenden Druck auf die Fasersubstanz des Haares von innen ausüben, kann man am schönsten an den Körperhaaren der Kaninchen und Mäuse sehen. Dort erhalten nämlich die Faserplättchen des Haares von den Markzellen ringförmige Eindrücke, zwischen welchen an den Grenzen der benachbarten Markzellen nach innen Leisten vorspringen.

Sind diese Vorstellungen richtig, so ist damit auch eine mechanische Bedeutung des Haarmarkes gegeben; es vermehrt durch Druck von innen die Dichtigkeit der Fasersubstanz.

Viel schwieriger auf mechanische Vorgänge zurückzuführen, ist die Form der querverlängerten Schüppchen der Oberhäutchen des Haares und der inneren Wurzelscheide. Was zunächst die Abplattung betrifft, so ist vor allem hervorzuheben, dass die Zellen der Oberhäutchen im Bereiche des unteren Theiles des Haarbalges in der Richtung der Haaraxe abgeplattet sind, also mit ihren Flächen senkrecht stehen auf der Haaroberfläche. Den Grund der Abplattung suche ich ebenfalls, wie bei den Markzellen in einer relativ raschen Zellvermehrung. Man könnte aber einwenden, dass für die Oberhäutchen kein geschlossener Hohlraum existirt wie im markhaltigen Haare selbst. Ich muss jedoch vorweg nehmen, dass bei der Entwicklung des Haares zuerst die innere Wurzelscheide als solider Kegel entsteht, in welchen erst Haar und Oberhäutchen hineinwachsen. Von Anfang an sind für die Bildung der Oberhäutchen also ähnliche Bedingungen vorhanden wie für die Entwicklung des Haarmarkes. Später aber liegen die ausgebildeten Theile der Oberhäutchen so fest mit ihren Zähnen ineinandergepresst, dass sie einer von unten her sich allseitig expandirenden Zellmasse grösseren Widerstand leisten als die Kräfte, welche in radiärer Richtung im Grunde des Haarbalges Haar und Wurzelscheiden aneinander drängen. So führt dann die rasche Zellvermehrung an der Ursprungstätte der Oberhäutchen zur Abplattung ihrer Elemente in der Richtung der Haaraxe. Damit ist aber noch keine Einsicht gewonnen in die mechanischen Momente, welche die quere Verlängerung dieser Elemente bewirken. Zur Erklärung dieser Formänderung scheint mir nun die Thatsache von höchster Bedeutung zu sein, dass die Abplattung und quere Verlängerung schon gleich über dem Halse der Papille, unterhalb der starken Anschwellung beginnt, welche die Matrixzellen der Haarsubstanz an der grössten Peripherie der Papille bilden. Die sich abplattenden Zellen der Oberhäutchen rücken in Folge dessen so vor, dass sie zunächst mit Rücksicht auf den Querschnitt des Haares gesprochen, successive Kreislinien von immer grösserem Umfange zu decken haben. Daraus folgt, dass die Zellen in tangentialer Richtung

keinen erheblichen Wachsthumswiderstand zu überwinden haben, was nothwendig eine Verlängerung derselben in der Querrichtung zur Folge haben muss. Sind die Zellen über die grösste Peripherie des Haarknopfes hinaus, so kehrt sich das Verhältniss allerdings um, indem auch sie wie alle anderen Elemente des Haares und der inneren Wurzelscheide in einen allmälig sich verjüngenden Conus hineinwachsen; allein nun haben sie sich mit ihren Flächen und seitlichen Rändern bereits übereinander geschoben, so dass jetzt ein Druck in tangentialer Richtung nicht mehr einen ähnlichen Effect erzielen kann, wie an den früher besprochenen Zellschichten. Dass die Umlegung der Plättchen durch die ungleiche Wachsthumsgeschwindigkeit von Haar und Wurzelscheide erfolgt, wurde schon früher auseinandergesetzt, ich brauche deshalb darauf nicht mehr weiter einzugehen.

Wenn im Vorhergehenden der Versuch gemacht wurde, die mannigfaltigen Formen und Verbindungen der am Haare und den Wurzelscheiden vorkommenden Zellen mechanisch zu erklären, so könnte es vielleicht dem kritischen Leser scheinen, dass vielfach dieser Versuch mit Rücksicht auf die sehr bescheidenen thatsächlichen Grundlagen sich zu weit in das Gebiet der vagen Vermuthung verliere. In der That entbehren auch einige wesentliche Annahmen wie die, dass bei den Markzellen des Haares und den Oberhäutchenzellen eine raschere Zellvermehrung stattfinde als bei den anderen Elementen einer sicheren empirischen Basis.

Dagegen sind gewisse mechanische Vorgänge, das Hinüberschieben der inneren Wurzelscheide über das Haar, das Umlegen der Oberhautplättchen und die Rolle, welche der tiefe Ursprung der inneren Wurzelscheide unter der Haarsubstanz an der Papille spielt, so weit klar zu überblicken, dass wir mit Bestimmtheit behaupten können, zur Bildung eines Haarschaftes mit Fasersubstanz und Oberhäutchen gehöre eine Papille und eine innere Wurzelscheide. Wenn daher Götte[1] und bis zu einem gewissen Grade auch Unna diese beiden letztgenannten Dinge als überflüssige Decorationsgegenstände betrachten und regel-

[1] Zur Morphologie der Haare. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. IV.

rechte Haare mit Rinde und Oberhäutchen, ohne innere Wurzelscheide und Papille mitten in den Zellen der äusseren Wurzelscheide entstehen oder fortwachsen lassen (Schalthaare, Beethaare), so muss ich dies schen jetzt als eine mechanische Unmöglichkeit erklären.

Ein weiteres Eingehen auf die unglückliche Erfindung der Schalt- und Beethaare, welche die Lehre vom Haarwechsel so sehr complicirt machen und ohne ausreichende Begründung die älteren, einfacheren Anschauungen zu erschüttern suchen, behalte ich mir für den folgenden Abschnitt vor.

III. Die Abstossung des Haares von der Papille und die Bildung des Haarkolbens.

Der Haarwechsel leitet sich dadurch ein, dass die Production neuer Zellen von den Matrixzellen der Papille aus allmälig schwächer wird und endlich gänzlich aufhört. Schon bevor das Haar abgestossen wird, kann man das allmälige Aufhören des Wachsthums daran erkennen, dass einmal der Haarschaft dünner wird und dass an markhaltigen Haaren kein Mark mehr producirt wird. Schliesslich scheint ziemlich gleichzeitig an Haar und innerer Wurzelscheide die weitere Zellbildung ganz aufzuhören. Über die entfernteren Ursachen der Sistirung des Wachsthums lassen sich nur vage Vermuthungen hegen, die sich nicht ausreichend begründen lassen, ich verzichte darauf solche aufzustellen. Es handelt sich hier um einen bei vielen Thieren exquisit periodischen Vorgang und auch beim Menschen lässt sich nach den Untersuchungen von Donders und Moll an den Cilien und jenen von Pincus an den Kopfhaaren nicht bezweifeln, dass die Haare eine typische Lebensdauer besitzen.

Wächst das Haar nicht mehr, so wird es von der Papille abgehoben (vergl. Fig. 12 und 18 ζ, Taf. II), indem der Haarbalg zunächst am Grunde zusammenfällt und alle epithelialen Theile, mit Ausnahme einer einzigen Zellenschicht (Fusszellen), welche auf der Papille und der gegenüberliegenden Wand des Haarbalges sitzen bleiben, in die Höhe rücken. Es häutet sich also zunächst am Grunde der Haarbalg so, dass nur die unmittelbar dem bindegewebigen Haarbalge ansitzenden Matrix- oder

Fasszellen übrig bleiben. Die Trennung zeigt sich im Bereiche der äusseren Wurzelscheide durch eine scharfe Grenze über den Fasszellen (vergl. Fig. 12 und 13) im Grunde des Haarbalges. An der Papille ist mit der Trennung auch schon eine völlige Abstossung erfolgt, so dass jetzt die Matrixzellen der Papille seitlich an die schon von Anfang an meist einschichtige Wurzelscheide stossen (Fig. 12 und 13), während an der Spitze der Papille unregelmässig vertheilte, abgestossene Zellen die regelmässige Lage der festsitzenden Matrixzellen überdecken. Es ist offenbar durch eine von unten und gegen die Axe des Haarbalges radiär wirkende Kraft die kappenförmig die Papille umfassende Haarwurzel mitsammt der inneren Wurzelscheide bis zu den Matrixzellen abgehoben worden. Die hohle Haarwurzel wird in dem Masse, als sie von der Papille abrückt, comprimirt und muss mit den letzten in Verhornung begriffenen Zellen ein nach unten sich verschmächtigendes stumpfes Ende bekommen, das den Haarzellen entspricht, welche den untersten Haarmatrixzellen ihren Ursprung verdanken. Die innere Wurzelscheide ist mit ihren beiden Schichten am abgestossenen Haare deutlich zu unterscheiden, doch hüllen die glashellen Zellen der Henle'schen Schicht nicht das ganze Haarende ein, sondern hören bei Cilien und Kopfhaaren schon 0·3—0·35 Mm. über dem unteren Haarende auf (Fig. 12). Es ist dies bemerkenswertherweise dieselbe Distanz, in welcher von der Basis der Papille an gerechnet, bei in voller Vegetation begriffenen Haaren die Zellen der Henle'schen Schicht hell zu werden anfangen. Nach abwärts setzen sich die Zellen der inneren Wurzelscheide in einen das Haar umgebenden Zellhaufen fort, der sich von den umgebenden Zellen der äusseren Wurzelscheide nicht scharf trennen lässt. Wie es kommt, dass die Haarsubstanz bei der Abstossung weiter in die Tiefe reicht, als die deutlich als solche zu erkennende innere Wurzelscheide, obwohl letztere tiefer unten ihre Matrix hat, ist schwerlich in der Weise zu erklären, dass die innere Wurzelscheide bereits früher in ihrem Wachsthume aufhört als das Haar, wie Unna annimmt. Mir scheint es wahrscheinlicher, dass die untersten Zellen der inneren Wurzelscheide inclusive jener der beiden Oberhäutchen noch während der Abstossung zunächst einen mehr indifferenten Charakter bewahren.

und in diesem Zustande das ganze untere Haarende bedecken. Dafür spricht, dass es mir niemals gelungen ist, ein im Beginne der Abstossung befindliches Haar zu sehen, das unmittelbar an die Matrixzellen des sich häutenden Balges anstiess. Immer schoben sich zwischen Haar und Matrixzellen der äusseren Wurzelscheide Zellen ein. Da nun im Grunde der Haartasche die äussere Wurzelscheide, wenigstens bei den Cilien, einschichtig ist, so müssen die das Haarende überkleidenden Zellen wohl von der Matrix der inneren Wurzelscheide stammen, es müsste denn im letzten Moment die äussere Wurzelscheide im Grunde des Haarbalges productiv werden, was bei den augenscheinlichen Vorgängen allgemeiner Atrophie der epithelialen Theile, die später noch weiter zu besprechen sind, ganz unwahrscheinlich ist. Es wäre nur noch die Möglichkeit zu bedenken, dass diese stets das untere Haarende überziehenden Zellen umgewandelte Oberhäutchenzellen sind, denn der unter der Grenze der inneren Wurzelscheide befindliche Theil des Haares, den wir von nun an kurzweg mit Henle als Haarkolben bezeichnen können, besitzt selbstverständlich kein normales Oberhäutchen mehr, da sich ein solches nur während der Vegetation der inneren Wurzelscheide bilden kann. Doch wird man kaum diese Möglichkeit für wahrscheinlicher halten wollen, als die Annahme, dass die den Haarkolben zunächst umgebenden Zellschichten allen früher genannten Lagen (innere Wurzelscheide mit beiden Oberhäutchen) entsprechen.

Dass diese Auffassung entschieden den Vorzug verdient, ergibt sich aus den Veränderungen, die an der inneren Wurzelscheide des abgestossenen Haares zunächst auftreten. In Fig. 12 stosst der pigmentirte Haarkolben unmittelbar an die fraglichen Zellen, die sich, wie gesagt, von der umgebenden äusseren Wurzelscheide nicht scharf trennen lassen. Am unteren Theile der unzweifelhaften inneren Wurzelscheide sieht man noch deutlich eine Trennung der Huxley'schen und Henle'schen Schicht, indem die erstere noch ein Stück weit aufwärts als dunkelkörnige Lage zu erkennen ist. In Fig. 13 ist das Haar bereits etwas weiter nach aufwärts gerückt. Hier ist auch die Huxley'sche Schicht ganz hell geworden; ein Beweis, dass noch nach der Abstossung die Metamorphosen, welche die Zellen der inneren

Wurzelscheide während der Haarvegetation eingehen, vorhanden können.

Was die Umgebung des Haarkolbens betrifft, so ist dieselbe auch jetzt noch ziemlich scharf von der deutlich differenzirten inneren Wurzelscheide abgesetzt, man bemerkt aber, dass die unmittelbare Umgebung der pigmentirten verhornten Fasermasse des Haarkolbens jetzt heller zu werden beginnt. Betrachten wir Haare, die schon so weit abgestossen sind, dass das obere Ende des Kolbens nahe an die Mündung der Talgdrüsen zu liegen kommt, so können wir an denselben nun nicht mehr eine untere scharfe Grenze der inneren Wurzelscheide erkennen. In Fig. 14 und 15 sind solche Haare dargestellt; *b* ist die unzweifelhafte innere Wurzelscheide, die jetzt an ihrem unteren Ende eigenthümlich umgeschlagen erscheint. Wie dies zu Stande kommt, soll später noch erörtert werden. Betrachten wir den Haarkolben, so sehen wir denselben jetzt Fig. 14 aus einer inneren dunklen, pigmentirten und aus einer äusseren glashellen Schicht bestehend, die sich nunmehr gegen die umgebenden Zellen der äusseren Wurzelscheide ziemlich scharf mit einem zackig ausgefaserten Rande absetzt, während sie nach aufwärts ohne scharfe Grenze in die innere Wurzelscheide übergeht oder wenigstens in ihrem optischen Verhalten sich von dieser nicht mehr scharf unterscheidet. Ich nehme nun als das Plausibelste an, dass die Bildung dieses hellen Theiles des Haarkolbens durch Umwandlung der vom Grund des Haarbalges abgestossenen, noch nicht deutlich differenzirten Zellen der inneren Wurzelscheide, inclusive der beiden Oberhäutchen erfolgt sei. Diese Zellen bilden mit dem eigentlichen pigmentirten Haarkolben ein untrennbares Ganzes. Während der Vegetation des Haares bleiben Haar und innere Wurzelscheide getrennt, weil letztere rascher wachsend, beständig über das Haar hingleitet. Im Momente der Abstossung hört dieses ungleiche Wachsthum auf und es liegt jetzt kein Grund mehr vor, der eine Trennung von Haar und innerer Wurzelscheide bewirken könnte. Nur bis zu dem Punkte, bis zu welchem die völlige Differenzirung der verschiedenen Zellschichten schon vor der Abstossung sich ausgebildet hat, bleiben Haar und innere Wurzelscheide auch nach der Abstossung getrennt.

Bisher haben wir bei den Veränderungen der inneren Wurzelscheide und des Haarkolbens abgesehen von dem Verhalten des Haarbalges. Um aber eine vollständigere Einsicht in die Veränderungen dieser Gebilde zu gewinnen, müssen wir jetzt den Haarbalg selbst ins Auge fassen. Der bindegewebige Haarbalg besteht in seinem unteren Theile aus drei Schichten, die von innen nach aussen gerechnet, 1. aus der Glashaut, 2. der Ringfaserschicht und 3. aus der Längsfaserschicht bestehen. Die Glashaut hört, wie ich übereinstimmend mit Unna finde, am Halse der Papille auf.

Die Ringfaserschicht besteht aus einem eigenthümlichen Gewebe, das durch seinen grossen Reichthum an Kernen ausgezeichnet ist. Die Kerne zeigen einen queren Verlauf, sind häufig sehr lang, stäbchenförmig und färben sich lebhaft in Hämatoxylin. Die Schicht erinnert an eine glatte Muskellage. Die zu den Kernen gehörigen Zellen lassen sich nicht recht zur Anschauung bringen und es ist heute noch zweifelhaft, ob es sich um glatte Muskelzellen handelt. Auch ich konnte von der Natur derselben bisher keine sichere Vorstellung gewinnen. Jedenfalls handelt es sich nicht nur um eine einfache Muskelschicht, denn fibrilläres Bindegewebe mit elastischen Fasern ist in dem fraglichen Gewebe reichlich vorhanden.

Das Gewebe der mittleren oder Ringfaserschicht des Haarbalges steht in directer Continuität mit der Haarpapille, die ebenfalls durch einen grossen Reichthum an Zellkernen sich auszeichnet. (Vergl. Fig. 12, d_2 und *p*.)

Die äussere oder Längsfaserschicht des Haarbalges bildet an Haaren, welche in voller Vegetation begriffen sind, einen Blindsack, in dem die Bindegewebsbündel der einen Seite unter der Papille in die der entgegengesetzten Seite umbiegen. Dies lässt sich am leichtesten an den Kopfhaaren des Menschen sehen, die während der vollen, kräftigen Vegetation stets mit ihrem unteren Ende im subcutanen Fette stecken. Mittlere und äussere Schicht des Haarbalges sind übrigens weder unter sich, noch von dem benachbarten Bindegewebe der Cutis scharf getrennt und oberhalb der Insertion des Arrector pili kann überhaupt von einem eigentlichen Haarbalge nicht mehr gesprochen werden.

Die erste Veränderung nun, die ich am Haarbalge bemerke, wenn ein Haar sich von der Papille abgehoben hat, ist eine auffällige Zellenanhäufung unter der Papille am Übergange derselben in die mittlere Haarbalgscheide. (Vergl. Fig. 12.) Die Erscheinung tritt an Hämatoxylinpräparaten prägnant hervor, der Schnitt erscheint bei ganz schwacher Vergrösserung wegen der zahlreichen, dicht stehenden Kerne an dieser Stelle lebhaft blau. Die Zellenanhäufung mag wohl in einem plötzlich verminderten Drucke ihren Grund haben, der bei der Haarloslösung an der Basis der Papille sich besonders bemerkbar machen wird.

Gerade am Grunde der Papille muss ja während der Vegetation des Haares ein Wachsthumsdruck vorhanden sein, der offenbar nicht nur darin sich äussert, dass das Haar mit allen seinen Theilen nach oben geschoben wird, sondern der allseitig wirkend mit den Druckkräften der Umgebung sich ins Gleichgewicht gesetzt hat. Die Druckkraft, die verhindert, dass das Wachsthum der Haarmatrix nicht nach allen Richtungen des Raumes von der Papille aus gleichmässig geschehe, ist offenbar die Gewebespannung, welche im Haarbalge selbst und in seiner Umgebung besteht. Hört das Haar zu wachsen auf, so hat diese Gewebespannung keinen Gegendruck mehr, sie führt zu einer Verengerung des Haarbalges, zur Abhebung des Haares von der Papille und gleichzeitig zu einer Hebung derselben. In der Richtung nach oben, in der früher das Haar wuchs, ist offenbar der geringste Widerstand vorhanden; es muss daher die Papille emporgeschoben werden. Man sollte nun denken, dass der gesammte Grund des Haarbalges mit emporgeschoben wird. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Nur die Glashaut mit der Papille rückt nach aufwärts, während die beiden äusseren Haarbalgscheiden hinter der sich emporhebenden Papille zusammenfallen. Dieser Umstand führt nun zu einer Bildung, die von Wertheim[1] schon vor vielen Jahren beschrieben, aber bis heute noch nicht völlig in ihrer Bedeutung erkannt wurde. Ich meine den Haarstengel und den Haarkelch. Die äussere Haarbalgscheide ist überall in Verbindung mit dem umgebenden Bindegewebe und kann dess-

[1] Sitzungsb. d. k. Akad. in Wien. Mathem.-naturw. Cl. Bd. L.

halb nur in geringem Masse ihre Lage verändern. Die Glashaut aber hebt sich theilweise vielleicht durch ihre eigene elastische Spannung, grossentheils aber durch den Druck des umgebenden Gewebes in die Höhe. Mit der Glashaut wird auch die am Grunde derselben mit dem Halse fest ansitzende Papille in die Höhe geschoben und dadurch ein Zug auf den unmittelbar unter der Papille befindlichen Theil der mittleren Haarbalgscheide ausgeübt. In den so entstehenden Raum hinter der Papille wird nun successive die mittlere Haarbalgscheide unter gleichzeitiger Wucherung ihrer Elemente hineingedrückt. Es entsteht so hinter der Papille ein Strang, der aus der äusseren Haarbalgscheide (Fig. 13—15 h_1) und einer centralen kernreichen Masse, der Fortsetzung der mittleren Haarbalgscheide und der Papille (Fig. 13 bis 15 h_2) besteht: der Haarstengel Wertheim's. Wo der Haarstengel auf den noch nicht zusammengefallenen Balgtheil übergeht, befindet sich natürlich eine kelchartige Erweiterung, Wertheim's Haarkelch.

Wenn die hier gegebene Darstellung richtig ist, so muss sich das Hinaufrücken des Balges beziehungsweise der Papille auch durch Messungen constatiren lassen. In der That ergaben Messungen der Bälge von Cilien, die in voller Vegetation sich befinden im Vergleiche mit solchen, die sich in der Ausstossung befinden, ein entschiedenes Übergewicht in der Länge der ersteren.

Bei fünf in rein axilen Schnitten vorliegenden Bälgen in voller Vegetation befindlicher Cilien, betrug die Länge von der Mündung bis zur Basis der Papille 2·17—2·3 Mm.; bei sieben Bälgen desselben Augenlides mit abgestossenen Haaren, mit Haarkolben und Haarstengel, die alle ungefähr dem in Fig. 14 gezeichneten Bilde entsprachen, betrug dieselbe Distanz 1·21—1·45 Mm. Man ersieht hieraus, dass die Basis der Papille während der Ausstossung ungefähr um die Hälfte der ursprünglichen Länge des Haarbalges nach aufwärts rückt. Man darf nicht glauben, dass es sich etwa in dem zweiten Falle um Haarbälge handle, deren Papille von vornherein schon während der vollen Vegetation des Haares weniger tief gelagert war; stets sieht man die Papillen ausgestossener Haare viel höher liegen und niemals liegt die Papille, wenn es einmal zur vollständigen Bildung des Haar-

kolbens gekommen ist. wie es Fig. 14 darstellt, tiefer als es den früher angegebenen Zahlen entspricht, wie mich Messungen an mehreren Augenlidern überzeugten. Ist einmal das Haar von der Papille abgehoben, so ändert sich die Distanz des Kolbens von der Papille nur mehr wenig (vergl. Fig. 12, 13 und 14). Die Hebung des Haares geschieht also wesentlich durch Hebung des ganzen Balges mit Ausnahme der beiden äusseren Haarbalgscheiden, welche sich in den Haarstengel umwandeln. Ausgedehnte Erfahrungen liegen mir über die Längenverhältnisse der Bälge der Kopfhaare vor. Circa 300 vergleichende Messungen an sechs verschiedenen Kopfhäuten Erwachsener, deren protokollarische Vorführung ich übrigens nicht für nothwendig halte, haben als ausnahmslose Regel ergeben, dass die Papille ausgestossener Haare beträchtlich nach aufwärts rückt. Beispielsweise führe ich an, dass die voll vegetirenden Haare eines 22jährigen Mannes, der an einer Cyankaliumvergiftung gestorben war, Bälge von 3·2—4·1 Mm. Länge besassen, die mittlere Länge aus 50 Messungen entnommen, ergab 3·6 Mm. Die Länge des Haarbalges bis zur Papillenbasis an Haaren in verschiedenen vorgeschritteneren Stadien der Abstossung betrug bei demselben Individuum 1·13—2·16 Mm., im Mittel nach 12 Messungen 1·68 Mm. Es ist also auch hier eine Verkürzung des Haarbalges um mehr als die Hälfte zu constatiren. Die Messungen an den Kopfhäuten der sechs anderen durchwegs älteren Individuen, ergab ein ganz übereinstimmendes Resultat. Fig. 18 stellt verschiedene Ausstossungsstadien von Haaren (ζ, γ, ε) in den richtigen mit der Camera nach dem Präparate copirten Verhältnissen von der Kopfhaut dar, sie mag als Erläuterung zu dem eben Gesagten dienen.

Dürfen wir es nun als gesicherte Thatsache betrachten, dass die Papille unter Bildung eines Haarstengels nach aufwärts rückt, so können wir jetzt diese Thatsache zur Erklärung einiger Erscheinungen verwenden, die uns sonst völlig unverständlich bleiben würden.

Durch den von unten und centripetal gegen die Haarbalgaxe wirkenden Druck wird der gesammte epitheliale Inhalt des Haarbalges nach aufwärts gedrängt, die über der Papille befindlichen Zellen der äusseren Wurzelscheide werden allmälig in den

Haarkolben von allen Seiten hineingedrückt. Das Haar selbst kann nicht ohne Widerstand hinausgedrückt werden, es ist während der Ausstossung durch die Zahnvorrichtung der inneren Wurzelscheide am freien Austritt gehindert. Indem nun die Zellen der äusseren Wurzelscheide von unten her allseitig andrängen, entsteht eine eigenthümliche besenartige Auffaserung des Haarkolbens, wie sie anfänglich beim Beginne der Abstossung (vergl. Fig. 12, 13 und 14) noch nicht zu bemerken ist. Der freie Theil der inneren Wurzelscheide, der weit über der unteren Spitze des Haarkolbens liegt, wird begreiflicherweise selbst weniger emporgeschoben als das Haar. Schliesslich kommt es dazu, dass trotz des Widerstandes, den die Sperrvorrichtung an der inneren Wurzelscheide leistet, das Haar so durch die innere Wurzelscheide geschoben wird, dass sich dieselbe an der Stelle, wo ihr freier Theil mit dem inzwischen vollständig ausgebildeten Haarkolben verschmilzt, allmälig umschlägt (vergl. Fig. 14 und 15). Dabei verdünnt sich die innere Wurzelscheide immer mehr, offenbar dadurch, dass das Haar, das sich durchschiebt, dieselbe mitnimmt, und endlich in das Bereich der Region bringt, wo bereits eine vollständige Epidermisauskleidung des Haarbalges nebst den Talgdrüsen sich findet. So verschwindet die innere Wurzelscheide zwischen verhornten Epidermiszellen und Talgdrüsensekret mit alleiniger Ausnahme der umgeschlagenen Stelle, die erst mit dem Haare selbst ausgestossen wird und nun die Grenze zwischen Schaft und Kolben des reifen Haares darstellt (Fig. 15*b*). Das Haar reicht jetzt mit seiner oberen Kolbengrenze bis in die Gegend der Talgdrüsen; bei Kopfhaaren mit seinem unteren Ende ungefähr bis an die Insertion des Arrectors. So bleibt es für längere Zeit hier liegen, denn die meisten abgestossenen Haare findet man an Schnitten an dieser Stelle, während die Zwischenstadien verhältnissmässig sehr selten zu finden sind. Bei Reh, Hirsch und Gemse bleiben, wie man aus den Untersuchungen Langer's[1] weiss, die von der Papille abgehobenen Haare während des ganzen Winters bis Anfangs März in ihren Bälgen.

Was ist es nun, was dem Abstossungsprocess eine Grenze setzt? Dies ist, wie ich glaube, einzig und allein der Umstand,

[1] Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. in Wien, I Bd., 1850.

dass der bis in die genannte Gegend vorgerückte Balg sich nicht mehr weiter verkürzen kann. Durch den vorausgegangenen Process sind das Haar und mit ihm die Wurzelscheiden nach oben geschoben. In demselben Masse, als sich der untere Theil des Follikels verengert, muss der obere durch die Entstehung einer Anschoppung der abgestossenen Zellen erweitert werden; das früher gestörte Gleichgewicht in der Spannung der Gewebe ist jetzt wieder hergestellt. Dazu trägt nicht nur der Widerstand bei, den die sich stauenden Zellen bilden, es kommt dazu noch der Zug, den der Haarstengel in dem Masse, als er sich ausbildet, nach unten ausübt. Endlich kann es über der früher genannten Stelle überhaupt nicht mehr zu einer Ausbildung eines Haarstengels kommen, weil über dem Arrector pili kein eigentlicher Haarbalg mehr existirt, sondern die äussere Wurzelscheide sozusagen direct auf der Cutis aufsitzt. So steckt denn jetzt der Haarkolben in einer durch angehäufte Zellen erweiterten Stelle unterhalb der Mündung der Talgdrüsen fest eingekeilt in die ruhende äussere Wurzelscheide, um erst dann seinen Platz zu verlassen, wenn die Bildung eines neuen Haares schon ziemlich weit fortgeschritten ist.

Nachdem wir nun den Process des Wachsthums und der Abstossung der Papillenhaare verfolgt haben, müssen wir uns fragen, ob es neben diesen bei den Säugethieren und beim Menschen noch andere Haare gibt, die ohne Papille entstehen oder wachsen. Götte hat die äusserst gewagte Behauptung aufgestellt, dass Haare unabhängig von Papillen mitten im Haarbalge aus den Zellen der äusseren Wurzelscheide entstehen können, die er Schalthaare nennt. Nachdem Götte keine greifbaren Unterschiede anführt, wodurch das Schalthaar von dem reifen abgestossenen noch im Balge steckenden Papillenhaar sich unterscheiden liesse, so muss ich mich denjenigen anschliessen, welche das Schalthaar für ein abgestossenes Papillenhaar erklären (Feiertag und Unna). Was Götte zu der irrigen Vorstellung von den Schalthaaren geführt hat, ist offenbar der Umstand, dass die reifen Haare stets in sehr kurzen Bälgen stecken, so dass allerdings auf den ersten Blick, wenn man den Abstossungsprocess nicht Schritt für Schritt verfolgt, es schwer begreiflich scheint, dass die in langen Bälgen stecken-

den Papillenhaare ein früheres Stadium der „Schalthaare“ darstellen. Hat man ganz dünne Kolbenhaare vor sich, die wahrscheinlich in Folge vorzeitiger seniler Atrophie des Balges abgestossen wurden, ehe es zu einer kräftigen Haarvegetation kam, findet man es vollends klar, wie Götte zu seiner Lehre kam.

In neuester Zeit hat Unna die Behauptung aufgestellt, dass das reife Haar, wenn es einmal in seine definitive Lage unterhalb der Talgdrüsen gekommen ist, noch fortwachse. Er bezeichnet die erweiterte von den Zellen der äusseren Wurzelscheide erfüllte Stelle, in welcher der Kolben des reifen Haares steckt, als Haarbeet und das Haar als „Beethaar“. Die Gründe, die Unna annehmen lassen, dass das „Beethaar“ noch wächst, sind: 1. Dass die Zellen der äusseren Wurzelscheide so fest in den Haarkolben eingekeilt sind, dass sie an Picrocarminpräparaten den Eindruck machen, als würden sie sich successive in Haarsubstanz umwandeln. 2. Dass das sogenannte Haarbeet als ein Wachsthumsherd für das abgestossene Haar schon im Embryo angelegt sei.

Was den ersten Punkt anlangt, so ist die Entstehung der innigen Verbindung zwischen Haarkolben und äusserer Wurzelscheide im Früheren auseinandergesetzt; dass es zu einem wirklichen Wachsthum des „Beethaares“ kommt, muss ich bestreiten. Das „Beethaar“ besitzt stets bis nahe an den Haarkolben ein deutlich ausgebildetes Oberhäutchen, wie am übrigen Theil des Haarschaftes. Wie die Bildung des Oberhäutchens am Papillenhaare zu Stande kommt, wurde früher auseinandergesetzt, dass ein solches noch am „Beethaar“ gebildet werden soll, wo von allen Seiten die Stachelzellen in den Haarkolben einstrahlen, kann ich mir absolut nicht vorstellen. Bis nicht das Gegentheil erwiesen ist, wird man berechtigt sein, anzunehmen, dass ein Haaroberhäutchen nur dort gebildet wird, wo die Entwicklung desselben deutlich zu verfolgen ist; nämlich von der Papille aus im Zusammenhange mit der inneren Wurzelscheide. Messungen an „Beethaaren“ des Bartes ergaben eine Entfernung des Beginnes des Haaroberhäutchens von der Spitze des Haarkolbens von 0·35—0·6 Mm. im Mittel aus 20 Messungen. Diese Distanz ist aber ungefähr entsprechend der Entfernung von der Basis der Papille bis zum Beginne der deutlichen Ausbildung der inneren Scheide am wachsenden Papillenhaare und, nach den frühe-

Wir verlassen das reife Haar und wenden uns nochmals zu dem Haarbalge, dessen Verkürzung und Verengerung in seinem unteren Theile als wesentliche Ursache der Hebung und Einkeilung des Haarkolbens unterhalb der Talgdrüsen angesehen werden muss. Es sind nämlich noch einige Details zu besprechen, welche das Bild des früher geschilderten Ausstossungsprocesses vervollständigen sollen. Es wurde früher erwähnt, dass die Glashaut des Haarbalges mit der Papille in die Höhe rückt und sich verengert. Nur ein geringer Theil dieser bedeutenden Verminderung des von der Glashaut umschlossenen Raumes geschieht dadurch, dass sich dieselbe elastisch zusammenzieht. Dies geschieht anfänglich, so dass sich in Folge dessen die Glashaut verdickt. Bald aber folgt dieselbe passiv dem Drucke der Umgebung und faltet sich. Sehr stark sind die Falten ausgeprägt in longitudinaler Richtung, so dass zusammengefallene Haarbälge stets einen mehr weniger sternförmigen oder vielbuchtigen Querschnitt zeigen. (Vergl. Fig. 19.) Faltungen der Quere nach sind kein regelmässiges Vorkommen, doch sind auch solche oft in sehr ausgesprochener Weise vorhanden. Die Faltungen, welche der zusammengefallene Haarbalg an der Grenze zwischen Glashaut und äussere Wurzelscheide zeigt, sind im Querschnitte oft äusserst zierlich und erinnern an einen Drüsengang mit ansitzenden Acinis. Besonders reich gebuchtet sind die zusammengefallenen Haarbälge der Kopfhaut. Als ich dieses offenbar bisher wenig beobachtete Bild das erstemal sah, dachte ich daran, es könnte sich um einen pathologischen Vorgang handeln. Seitdem ich aber in sechs anscheinend gesunden Kopfhäuten Erwachsener und ebenso wenn auch weniger ausgesprochen an den Cilien constant Bilder fand, die im Wesentlichen der Fig. 19 entsprechen, muss ich die vielfach gebuchtete Form der zusammengefallenen Haarbälge als normal ansehen. Das Studium solcher Querschnitte gibt auch bestimmte Anhaltspunkte dafür, dass die Ausstossung des Haares und die Verkürzung des Haarbalges ohne Intervention von Muskeln geschieht. Man sieht nämlich zunächst angrenzend an die äussere Wurzelscheide (Fig. 19, *c*) eine punktirte oder homogene Masse d_1, die buchtige Glashaut. Es folgt nun die Ringfaserhaut. Wäre dieselbe ein sich contrahirender Muskelring, so müsste die Faserung

rein circulär verlaufen, wie z. B. an einem Arterienquerschnitt. Dies ist aber bei weitem nicht immer der Fall. Die Faserung läuft wohl im Allgemeinen um den Balg herum, die Faserbündel zeigen aber sehr oft keinen rein kreisförmigen Verlauf, sie biegen in die Buchten ein oder nach aussen ab, kurz, sie bilden die verschiedensten Winkel mit der Richtung der Tangente. Dies wäre nicht möglich, wenn man es mit einer Ringmuskelschichte zu thun hätte. (Vergl. Fig. 19, d_2.) Es ist dies ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der früher aufgestellten Behauptung, dass es wesentlich der Druck des umgebenden Gewebes ist, der den Haarbalg comprimirt und das Haar nach oben treibt. Manchmal freilich sieht man auch leere Haarbälge, um welche wirklich die Ringfaserschicht einen ähnlichen circulären Verlauf zeigt wie eine contrahirte Ringmuskelschicht einer Arterie. Es wäre immerhin nicht ganz unmöglich, dass das früher geschilderte Bild erst ein secundäres, durch nachfolgende Bindegewebswucherung entstandenes ist, und dass primär an der ersten Abstossung des Haares eine active Contraction von Muskeln betheiligt ist; doch kann ich dies vorderhand kaum für wahrscheinlich halten.

Eine besondere Berücksichtigung verdient noch das Verhalten der Haarpapille. Die Papille ist im Momente, wo das Haar sich abstosst, noch von nahezu normaler Grösse. Bald aber sinkt sie mehr und mehr zusammen, sie wird abgeflacht, so dass ein Unterschied zwischen Hals und Körper nicht mehr besteht; sie sitzt dann mit breiter Basis auf dem Haarstengel auf. Man erhält bei Betrachtung einer Reihe von Präparaten den Eindruck, dass die Papille durch den Haarstengel gewissermassen nach unten gezogen wird und in Folge dessen sich abflacht. Es ist in der That naheliegend sich vorzustellen, dass der sich ausbildende Haarstengel, mit dem die Papille fest zusammenhängt, einen Zug ausübt, indem er den den Haarbalg in die Höhe drängenden Kräften gerade an der Papille einen relativ grösseren Widerstand entgegensetzt. Thatsache ist jedenfalls, dass die Papille beim Emporrücken des Haarbalges schliesslich bis zu einem kleinen Höckerchen reducirt wird, das mit der Papille des vegetirenden Haares nur mehr wenig Ähnlichkeit hat. Immerhin bildet dieses Höckerchen noch immer eine deutliche Erhebung, die als Rest der Papille bezeichnet werden muss und ich

halte es für ganz sicher, dass die Papille während der Bildung des Haarkolbens niemals ganz zu Grunde geht, so lange überhaupt ein normaler Haarwechsel stattfindet. Die Verkleinerung und Abflachung der Papille hat zur Folge, dass nicht mehr alle Matrixzellen auf ihr Platz haben, welche sie während der Haarvegetation bedeckten. Es wird also ein Theil der Matrixzellen abgestossen, was sich an Papillen, deren Haarmatrixzellen stark pigmentirt sind, deutlich sehen lässt. Solche abgestossene Pigmentzellen sieht man häufig mitten in den abgestossenen Zellen der äusseren Wurzelscheide. (Fig. 14 *c'*, Fig. 19, *e''*). Die Pigmentzellen können nur von der Papille stammen, da in der Regel kein anderer epithelialer Theil des Haarbalges Pigmentzellen führt. Nur ausnahmsweise findet sich bei schwarzhaarigen Individuen Pigment in den Zellen der äusseren Wurzelscheide ganz am Grunde des Haarbalges.

Ich darf es am Schlusse dieses Abschnittes nicht unterlassen, wenigstens kurz auf die Darstellungen einzugehen, welche bisher von dem Processe der Abstossung der Haare gegeben wurden. Die Thatsache, auf welche ich das wesentlichste Gewicht lege, nämlich, dass der Grund des Haarbalges beiläufig um die Hälfte der ursprünglichen Länge des Haarbalges nach oben geschoben wird, findet sich nirgends betont. Langer[1] lässt zunächst den Follikel nach unten knospenartig sich verlängern. Kölliker[2] lässt das Haar durch ein verstärktes Wachsthum, der die Papille umgebenden Zellen emporgehoben werden. Diese Vorstellungen leiden augenscheinlich an dem Fehler, dass sie gleichzeitig mit der Sistirung des Haarwachsthums eine vermehrte Vegetation in anderen epithelialen Theilen am Grunde des Haarbalges einhergehen lassen. Der Lehre Langer's konnte Götte überdies mit Recht den Vorwurf machen, dass bei mehrmaligem Haarwechsel nothwendig die Haare in immer tiefere Regionen kommen müssten. Stieda[3] lässt die Bildung des Haarkolbens am ursprünglichen Sitze der Papille dadurch vor sich gehen, dass die Papille durch Atrophie gänzlich schwindet

---

[1] L. c.
[2] Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 2.
[3] Müller's Archiv 1867.

Später lässt er dann einen Fortsatz der Wurzelscheide in die Tiefe wachsen, in den sich eine neue Papille für ein neues Haar hineinbilde. Die Papille atrophirt allerdings, aber erst nachdem das Haar abgestossen ist, sie verschwindet jedoch nie, sie bildet, wie Langer behauptet hat und wie ich bestätigen kann, die Grundlage eines neuen Haares. Ähnliches wie Stieda hatte schon früher Steinlin[1] behauptet. Der Vorstellung Stieda's haben sich im Wesentlichen Feiertag[2] und Redtel[3] angeschlossen. Der letztere zeichnet übrigens ein abgestossenes Tasthaar, an welchem das starke Hinaufrücken des Haartaschengewölbes und die Bildung des Haarstengels eklatant zu sehen ist. Er legt aber auf diesen Umstand kein Gewicht und hält den Haarstengel für den Hals der atrophirten Papille. Götte hat sich überzeugt, dass die kurzen, papillentragenden Fortsätze unter den ausgebildeten Kolbenhaaren stets weit über der Basis der Papillen voll vegetirenden Haare ihre Lage haben. Er erklärt aber diese Thatsache nicht aus den Vorgängen bei der Ausstossung der Haare, sondern verfällt auf die abenteuerliche Lehre von den „Schalthaaren". Daneben gibt Götte eine Darstellung der Abstossung der Papillenhaare, die im Wesentlichen darauf hinausgeht, dass der Haarknopf durch eine Contraction des Balges von der Papille abgehoben wird. Biesiadecki lässt die Ausstossung der Haare durch eine von unten nach aufwärts fortschreitende active Contraction des Balges erfolgen, eine Lehre, zu deren Begründung das Wichtigste fehlt, nämlich der Nachweis von Muskeln im Haarbalge. Schon früher hatte Wertheim die Behauptung aufgestellt, dass die Papille nicht nach abwärts rücke, sondern vielmehr der abgehobene Haarkolben emporgleite. Der neueste Autor Unna gibt eine Darstellung der Abstossung der Haare, die ebenfalls auf die Verkürzung der Haarbälge während der Abstossung keine Rücksicht nimmt. In Folge dessen erklärt er die Zellenanhäufung um den Haarkolben statt aus der Stauung der von unten heraufgeschobenen abgestossenen Zellen der äusseren Wurzelscheide, aus einer Wucherung

[1] Zeitschr. f. rationelle Medizin. Bd. IX.
[2] Über die Bildung der Haare, Dorpat 1875.
[3] Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 23.

der letzteren in loco und stellt, um das Verschwinden der inneren Wurzelscheide zu erklären, die Behauptung auf, dieselbe bewege sich rascher nach aufwärts als das Haar, während, wie der bereits von Götte und Redtel gesehene Umschlag derselben am Haarkolben unzweifelhaft beweist, das Gegentheil stattfindet. Dass Unna das regelmässige Emporrücken der Papille während der Abstossung des Haares verborgen blieb, ist um so merkwürdiger, als er die Haarstengel richtig aus Haarbälgen seiner „Beethaare" entstehen lässt.

Auf einige Details in Bezug auf die Lehre vom Haarwechsel kann ich erst im nächsten Abschnitte eingehen, wo die Neubildung der Haare besprochen werden soll.

IV. Die Neubildung der Haare beim Erwachsenen und die Ausstossung des Kolbenhaares.

Die Neubildung der Haare erfolgt wenigstens an den Cilien und Kopfhaaren des erwachsenen Menschen, welche beiden Objecte allein von mir genauer untersucht wurden, im alten Balge und auf der alten Papille. Ich stelle damit an die Spitze dieses Abschnittes einen Satz, der bereits vor 28 Jahren von Langer aufgestellt wurde, in neuester Zeit aber namentlich auf die Untersuchungen Stieda's hin vielfach bezweifelt wird.

Wir haben früher den Process der Haarabstossung Schritt für Schritt verfolgt und gesehen, durch welche mechanische Vorgänge der untere Balgtheil verengt und die Papille abgeflacht wird. Ist der Haarkolben in seine bis zur Neubildung eines Haares stationäre Lage gerückt, so nimmt sich der zusammengefallene Balgtheil mit der abgeflachten Papille wie ein nach abwärts gewucherter Fortsatz aus. Stieda hat nun in der That das Bild so gedeutet. Wäre Stieda's Darstellung richtig, so müssten sich Kolbenhaare finden, die in einem unterhalb des Kolbens abgerundeten und bis dahin gleich weiten Haarbalge stecken, der keine Spur einer Papille trägt.

In der That bildet Stieda einen solchen Haarbalg in seiner Fig. 2 *A* ab. Ich habe aber die gegründete Vermuthung, dass dieses Bild auf einer Täuschung beruht. Häufig steht nämlich, wie dies Stieda selbst in seiner Fig. 9 zeichnet, das, was ich

als atrophischen Balgtheil mit der Papille betrachte, schief zur Richtung des darüberliegenden Kolbenhaares. Auf diese Schiefstellung des zusammengefallenen Balgtheiles bin ich im vorigen Abschnitte nicht eingegangen. Dass dieselbe durch asymmetrischen Zug der aus der *Pars reticularis Corii* in die Papillarschicht aufsteigenden Bindegewebsbündel bei Verschiebungen der Haut entstehen kann, wird man begreiflich finden, wenn man bedenkt, dass der weiche zusammengefallene Balgtheil jedem Drucke und Zuge nachgibt, während der starre Haarkolben Widerstand leistet. Genug, die genannte Schiefstellung ist sehr häufig zu sehen und an etwas dünnen senkrechten Schnitten kann es nun leicht geschehen, dass das Kolbenhaar in einem unten scheinbar gleichmässig abgerundeten Balge steckt, weil der schief abgehende zusammengefallene Balgtheil abgeschnitten wurde. So erkläre ich mir die in der Frage scheinbar entscheidende Fig. 2 *A* Stieda's. Ich meinerseits habe bei sorgfältigstem Suchen weder in der Kopfhaut noch an den Cilien je ein Kolbenhaar gefunden, dem der anhängende zusammengefallene Balgtheil mit der Papille fehlte, vorausgesetzt, dass der Schnitt nur dick genug war, um die früher erwähnte Möglichkeit auszuschliessen. Zu solchen Untersuchungen empfehlen sich ganz besonders Präparate, die mit Hämatoxylin tingirt und mit Nelkenöl aufgehellt sind. Auch an ziemlich dicken Schnitten hebt sich der stark tingirte zusammengefallene Balg mit seiner abgeflachten Papille deutlich von dem fast farblosen durchsichtigen Bindegewebe ab. Dass es sich bei Stieda stets um die allerdings stark atrophirte und abgeflachte Papille des alten Balges handelte, wo er von einem neugebildeten Fortsatz spricht, geht für mich auch daraus überzeugend hervor, dass alle, die angeblich neuen Papillen mit einem ganz regelrechten Haarstengel in Verbindung stehen. (Vergl. Stieda's Fig. 3, 5, 6 u. 9.) Nachdem früher nachgewiesen wurde, wie der Haarstengel während der Ausstossung des alten Haares entsteht, so kann über die Herkunft des angeblich neu gebildeten Fortsatzes kaum mehr ein Zweifel bestehen.

Über die Haarneubildung kann ich mich nun verhältnissmässig kurz fassen. Dieselbe leitet sich dadurch ein, dass die epithelialen Matrixzellen des atrophischen Haarsackes neuer-

dings zu vegetiren beginnen. Es entsteht in Folge dessen wiederum ein Überdruck, der das Haartaschengewölbe ausdehnt und dasselbe auf demselben Wege zurückschiebt, auf welchem es während des Wachsthumsstillstandes emporrückte. In dem Masse, als die Zellen, zunächst die Matrixzellen der äusseren Wurzelscheide, sich vermehren, verkürzt sich der Haarstengel, indem er wiederum das Material zur Bildung der mittleren und äusseren Haarbalgscheide abgibt, und gleichzeitig erhebt sich auch die Papille immer mehr und mehr und bekommt wiederum eine, vorerst nur schwache Einschnürung an ihrer Basis: den Hals. Ist derselbe angelegt, so ist auch das neue Härchen bereits in Bildung begriffen. Das erste Stadium der Haarneubildung, das ich beobachten konnte, ist in Fig. 15, Taf. II dargestellt. Es zeigt sich eine im Ganzen kegelförmige helle Zellenmasse, welche knapp ober der Papille eine leichte Einschnürung hat und von den Zellen der äusseren Wurzelscheide sich scharf abgrenzt. Die Spitze des Kegels erscheint etwas gezackt. Die Basis desselben umfasst den Hals der Papille und ist durch eine Zellenlage *c*, die der Fortsetzung der äusseren Wurzelscheide entspricht, von der Glashaut getrennt. Über der Kuppe der Papille sieht man ziemlich kleine, stark pigmentirte Zellen in einer einzigen Lage, die an der Bildung des hellen Kegels unbetheiligt sind. Der Kegel entspricht der ganzen Lage nach offenbar der Anlage der inneren Wurzelscheide. An seiner Spitze hat sich bereits eine glashelle Partie b_3 abgesondert, die ich als erste Anlage der Henle'schen Schicht deute, während die weiter nach unten und einwärts liegende etwas körnige Zelllage der Huxley'schen Scheide entspricht (b_2). Von einer Anlage des Haares und der Oberhäutchen war noch keine Spur zu sehen. Die nächsten Stadien, die ich sah (Fig. 16), zeigten schon ein deutlich angelegtes Haar mit allen seinen Theilen. Der Kegel der äusseren Wurzelscheide hat sich stark erhoben, ist an der Spitze gezackt, im oberen Drittel vollständig glashell, weiter unten in Henle'sche und Huxley'sche Lage geschieden, welche beide, wie am voll vegetirenden Haar, sich an den jetzt bereits sehr deutlichen Papillenhals verfolgen lassen. Das stark pigmentirte Haar umfasst mit seiner Basis kappenförmig den obersten Theil der hier stumpf kegelförmigen Papille,

doch reicht diese Kappe weit weniger tief herab als am voll vegetirenden Haare. (Vergl. Fig. 1). Die Haaranlage läuft in eine dünne Spitze aus, welche das Ende der inneren Wurzelscheide noch bei weitem nicht erreicht hat. Das Haar- und Wurzelscheidenoberhäutchen sind deutlich zu sehen; die Zellen des ersteren erscheinen unverhältnissmässig gross.

Die weiteren Veränderungen bestehen nun darin, dass die Papille noch an Grösse zunimmt, das Haar durch tieferes Herabrücken seiner Matrix bis über den grössten Umfang der Papille dicker wird und endlich die mit ihm durch den Balg emporwachsende innere Wurzelscheide noch innerhalb des oberen Theiles des Haarsackes durchbricht. Die Wachsthumsvorgänge, welche diese Erscheinung erklären, wurden bereits im I. Abschnitte auseinandergesetzt. Während das Haar in seinem Wachsthume fortschreitet, rückt die Papille desselben im Haarstengel immer tiefer hinunter, um schliesslich, bei normalen Verhältnissen an dieselbe Stelle zu gelangen, wo sie war, als das abgestossene Haar noch voll vegetirte. Dann ist natürlich der Haarstengel verschwunden und die äussere Haarbalgscheide läuft wiederum bogenförmig um die Basis der Papille, respective das untere Ende der mittleren Haarbalgscheide.

Während das Haar sich entwickelt, oft erst, nachdem dasselbe schon durchgebrochen und mit seiner Papille an seinen definitiven Platz gerückt ist, wird nun auch das alte Kolbenhaar ausgestossen. Da das neue Haar neben dem alten herauswachsen kann, ohne es zu entfernen, so ist dasselbe nicht wohl als die directe mechanische Ursache der Ausstossung des alten Haares anzusehen. Ich glaube vielmehr, dass zu der Zeit, wo das neue Haar sich entwickelt, allmälig die äussere Wurzelscheide, die wie die ganze epitheliale Bekleidung des Haarbalges ruhte, wiederum überall productiv wird. Anfänglich ist deutlich zu sehen, dass der emporwachsende Kegel der inneren Wurzelscheide Zellen der äusseren Wurzelscheide mit sich vorschiebt, welche tief unten entstanden sind. Die Zellen erscheinen nach der Axe des Haarbalges verlängert und setzen sich scharf ab von den Matrixzellen der äusseren Wurzelscheide in den höheren Theilen des Haarbalges. (Vergl. Fig. 16 links oben.) Eine ebenso scharfe Grenze zeigt sich zwischen den Matrixzellen

und dem alten Zellhaufen der sich um den Haarkolben angeschoppt hat (Fig. 16, rechts oben c und c'). Ich stelle mir nun vor, dass von unten nach aufwärts gerade so, wie bei der Abstossung die Atrophie, bei der Neubildung die neuerliche Proliferation der Matrixzellen fortschreitet. Ergreift die Proliferation die Region des Haarkolbens, so wird derselbe dadurch gelockert und gehoben, weil die alten verschrumpften und halbverhornten Zellen keinerlei Verbindung mit den neuen weichen protoplasmareichen Zellen eingehen können. So wird endlich das alte Haar ganz entfernt und mit ihm der letzte Rest der früheren Epithelauskleidung des Balges, von der, wie schon früher bemerkt wurde, nichts übrig blieb als die unmittelbar dem bindegewebigen Substrat aufsitzende Matrix. Ich muss übrigens gestehen, dass ich gerade den Process der Entfernung des Haarkolbens nicht hinreichend genau verfolgt habe, um mit voller Sicherheit behaupten zu können, die Sache verhalte sich so, wie ich sie dargestellt habe. Zur völligen Klarstellung dieses Punktes dürfte die Haut periodisch sich haarender Thiere weit geeigneter sein als die von mir untersuchten Objecte.

Wir wenden uns nun zu der Frage, ob es ausser dem geschilderten Wiederersatze der ausgestossenen Haare durch neugebildete Haare, welche auf der alten Papille und im alten Balge entstehen, noch eine andere Art von Haarneubildung gibt. Was von den „Schalthaaren" und den ihnen innig verwandten Beethaaren zu halten sei, wurde schon im vorigen Abschnitte auseinandergesetzt. Es kann sich also hier nur mehr darum handeln, ob noch beim Erwachsenen neue Haare in ähnlicher Weise wie beim Embryo, durch Neubildung von der Oberhaut aus entstehen, oder durch eine von alten Haarbälgen ausgehende Sprossenbildung.

Was das von Wertheim behauptete Hervorspriessen der Haare aus den Haarstengeln anlangt, so ist klar, dass alle mit Haarstengeln versehenen Haare solche sind, die im alten Balge, auf der alten Papille entstehen. Wir haben ja früher verfolgt, wie der Haarstengel und Haarkelch gerade während der Ausstossung der Kolbenhaare sich bilden. Bei den primär sich anlegenden Embryonalhaaren fehlt stets der Haarstengel und Haarkelch, das blinde Ende des Haarbalges ist hier immer abgerundet.

Es ist also die Anwesenheit oder das Fehlen des Haarstengels das sicherste Kriterium, ob man es mit einem secundär im alten Balge oder mit einem primär entstandenen Haare zu thun hat. Gehen wir mit diesem Kriterium an das Studium junger Kopfhaare oder Cilien beim erwachsenen Menschen, so wird man, so weit meine ziemlich ausgedehnten Erfahrungen reichen, in keinem Falle, wo überhaupt eine Entscheidung möglich ist, den Haarstengel vermissen. Man vermisst ihn auch nicht an den von Götte abgebildeten „Primärhaaren“ des Erwachsenen (vergl. Götte's Fig. 15, 17, 21, 35 und 41), während auch bei Götte die Haarbälge der abgebildeten Embryonalhaare (9, 11 und 12), wenn sie überhaupt dargestellt sind, ein deutlich abgerundetes Ende besitzen. Was Götte verführt hat, in ausgedehntem Masse Haarneubildungen von der Oberhaut anzunehmen, ist offenbar wieder derselbe Umstand, der ihn auch die Schalthaarbildung aufstellen liess. Die Papillen der jungen Haare liegen immer relativ nahe der Oberhaut (vergl. Fig. 18 β), was allerdings nach den bisher geltenden Lehren vom Haarwechsel, welche auf das Emporrücken der Papille keine Rücksicht nehmen, nicht zu erklären ist. Untersucht man aber die hochliegenden Härchen genauer, so wird man stets finden, dass sie in einem alten Balge stecken. Man sieht nicht selten ihre Papille über der Insertion des völlig unveränderten Arrectors, aber stets unter der Einmündung der Talgdrüsen, oft ist noch deutlich eine Zusammenfaltung des Balgtheiles zu sehen, in dem früher der Haarkolben lag, kurzum, es lässt sich auch noch, abgesehen vom Haarstengel, an einer Reihe von Zeichen erkennen, dass man es mit dem alten Balge zu thun hat.

Wenn ich nun auch die Haarneubildung von der Oberhaut aus als normalem Process bei Erwachsenen an den von mir genau untersuchten Objecten mit voller Sicherheit in Abrede stelle, so kann ich ein Gleiches natürlich nicht für andere Objecte. Ich möchte aber doch zu bedenken geben, ob es sich denn überhaupt vorstellen lässt, dass Haare auf der Haut spriessen, wie Blumen auf einem Felde dort, wo zufällig ein Samenkorn hinfällt, während daneben andere verschwinden, ohne eine Spur ihres Daseins zu hinterlassen. Denn darauf läuft im Wesentlichen, wie ich die Sache auffasse, Götte's Vorstellung von der

Erneuerung der Haare beim Erwachsenen hinaus. Es wird aber Niemand, der die eigenthümliche, durchaus nicht regellose Vertheilung der Haare kennt, der weiss, in welch' innigen Beziehungen die Haarbälge zu den drüsigen Apparaten, der Muskulatur endlich auch zu dem gesetzmässig angeordneten Geflecht der Bindegewebsbündel stehen, einer solchen Vorstellung Geschmack abgewinnen können. Es wäre denn doch ein genauer Nachweis zu verlangen, wo die alten Bälge und mit ihnen die Talgdrüsen etc. hinkommen, wenn immer neue Haare von der Oberhaut aus entstehen. Eher wäre noch daran zu denken, dass von den alten Bälgen seitlich neue Sprossen, in die sich selbständige Papillen hinein bilden, erzeugt werden. In der That fehlt es nicht an Angaben (Kölliker[1], J. Neumann[2], Wertheim, Schulin[3]), welche einer solchen Vorstellung dadurch günstig zu sein scheinen, dass sie mehrere Haare in einem Balge (Wertheim) oder Haarbälge mit Fortsätzen, deren jeder ein Haar enthält (J. Neumann) constatiren. In diesen Fällen dürfte es sich aber meines Erachtens immer um Haarbälge handeln, die schon von vornherein als zwei oder mehrfach getheilt angelegt waren. Fertigt man Flächenschnitte der Kopfhaut an, so sieht man oft zwei, seltener drei und mehr Haare in einem Balge. Dasselbe kann man, wenngleich schwieriger an Längsschnitten constatiren und sich überzeugen, dass die Theilungsstelle des Balges immer über der Einmündung der Talgdrüsen sich findet, so dass jedes Haar eigene Talgdrüsen besitzt. Es ist also in diesen Fällen an voll vegetirenden Haaren ein relativ kurzer Abschnitt, der sozusagen einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang darstellt. Sind die Haare ausgestossen und die Bälge zusammengefallen und verkürzt, so erhält man dann den Eindruck, es handle sich um einen Haarbalg, der von seinem Grunde Sprossen aussendet, doch hat mich eine genauere Untersuchung niemals im Zweifel gelassen, dass die Haarbälge mit mehreren papillentragenden Fortsätzen meiner Auffassung entsprechend, zu erklären sind. Ist ein Haar abgestossen, während das andere vegetirt, dann resultirt ein Bild, als ob ein Haarbalg in der Gegend der Talg-

---

[1] Mikroskopische Anatomie.
[2] Sitzb. d. k. Akad. in Wien. Bd. 59. Abth. I.
[3] Marburger Sitzungsber. Juni 1876.

drüsen seitlich einen Fortsatz ausgetrieben hätte. Es lassen sich also auch diese scheinbar eklatant für die Neubildung von Haaren unabhängig von alten Papillen sprechenden Fälle leicht durch den von mir vertheidigten Modus des Haarwechsels erklären, ohne neben diesem noch eine besondere Art der Haarneubildung anzunehmen. [1]

Schliesslich möchte ich noch auf einige, den Haarwechsel in der Kopfhaut des Menschen betreffende Punkte aufmerksam machen. Untersucht man Flächenschnitte, so überzeugt man sich leicht, dass niemals alle Haare einer Haargruppe (eines Haarkreises) sich in demselben Entwicklungsstadium befinden. Hat man den Schnitt durch die Region der Körper der Talgdrüsen geführt, welche nach den früheren Erörterungen (vergl. auch den Längsschnitt, Fig. 18) am geeignetsten sein muss, um die verschiedenen Vegetationszustände der Haarbälge am Querschnitte zu übersehen, so wird man immer nur zwei bis drei Haare in voller Vegetation antreffen. Daneben findet sich stets entweder ein Haarkolben, oder ein sehr dünnes Haar, oder endlich ein zusammengefallener Balg, oder zwei dieser Dinge oder alle drei nebeneinander. Ob der Querschnitt der dünnen Haare von einem jungen oder von einem durch Senescenz schwach entwickelten Haare herrührt, kann man nicht entscheiden.

Die Zahl der Haare, respective Haarbälge in einem Haarkreise ist nicht constant. Genauere Zahlenangaben über diesen Punkt zu machen, reicht das von mir untersuchte Material nicht hin, doch will ich erwähnen, dass bei einigen Individuen durchschnittlich nur drei bis vier Haare eine Gruppe bildeten, während bei anderen sich vier bis sechs fanden. Die erwähnten Ungleichheiten des Vegetationszustandes in den Haaren eines Kreises vermisste ich jedoch nie, so dass ich schon auf die Untersuchung von sechs Hautstücken der Scheitelgegend verschiedener Individuen hin, die Behauptung wage, dass die Haare eines Kreises stets ungleichzeitig wechseln und sich neu bilden. Dies stimmt mit den Erfahrungen überein, welche Pincus über den Verlauf chronischer Haarkrankheiten gemacht hat.

---

[1] So ist wohl auch der angeblich neu gebildete Epithelkolben in Unna's Fig. 13 (l. c. Taf. XXXI) zu erklären, an welchem, wenn auch undeutlich, ein Haarstengel, mithin ein alter Balg, zu erkennen ist.

Eine andere Frage ist es nun, ob alle Haare eines Kreises bestimmt sind, Haare von derselben typischen Länge und Dicke zu erzeugen, oder ob hierin die Haare eines Kreises differiren. Pincus[1] hat bei seinen Untersuchungen des täglichen Haarausfalles gefunden, dass ein Theil der ausfallenden Haare (25%) einer 35jährigen Frau beträchtlich kurz (unter 6 Zoll) war. Pincus gibt nun an, dass ein Theil dieser Haare augenscheinlich von der Peripherie des Haarwuchses herrühre, wo die Haare an Länge abnehmen, ein Theil jedoch stamme vom centralen Theile des Haarwuchses. In der Alternative, ob diese letzteren Haare schon ursprünglich kurz veranlagt sind, oder ob das ursprüngliche auf eine grössere Länge veranlagte Wachsthum nur modificirt wird, erklärt Pincus das letztere für wahrscheinlicher. Die mikroskopische Untersuchung von Hautschnitten, kann diese Frage nur indirect berühren. Es ist nämlich anzunehmen, dass bezüglich ihrer typischen Länge verschiedene Haare, auch in Bezug auf den Standort ihrer Papille Verschiedenheiten zeigen würden. Haarbälge, die keine Spur eines Haarstengels aufweisen, an welchen also die äussere Haarbalgscheide bogenförmig um das Haartaschengewölbe geht, müssen als solche angesehen werden, deren Papille diejenige Lage einnimmt, welche dem in voller Vegetation befindlichen Haare zukommt. Solche Haarbälge nun findet man stets nur im subcutanen Fette und zwar so ziemlich in derselben Tiefe. Ausserdem finden sich freilich Haarpapillen mit Haaren in allen Tiefen der Haut bis zur Region der Talgdrüsen herauf, dieselben lassen aber, wo eine genauere Untersuchung möglich ist, stets durch die Anwesenheit eines Haarstengels erkennen, dass sie nicht an dem Platze stehen, den sie im Maximum der Vegetation einnehmen. So möchte ich denn glauben, dass alle Haarbälge eines Haarkreises für eine nahezu gleiche Ausbildung bestimmt sind und dies scheint mir auch indirect für die Annahme von Pincus günstig, dass alle Haare ursprünglich für dieselbe typische Länge bestimmt sind. Mehr lässt sich nicht sagen, weil bekanntlich die Länge der Haarbälge im Allgemeinen zwar in einer

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871.

bestimmten Beziehung zur Dicke der Haare, nicht aber zu deren Länge steht.

Eine andere Frage ist noch die, ob beim Haarwechsel das neugebildete Haar stets wieder in die ursprüngliche Tiefe rückt. Dies scheint eben nur bei jungen Individuen mit kräftigem Haarwuchse der Fall zu sein. Ich fand nämlich bei älteren Individuen zwischen 40 und 60 Jahren stets neben Kolbenhaaren mit normal dickem Haarschafte auch einzelne solche mit sehr dünnem Haarschafte, aber in einem Balge mit Haarstengel. Andererseits konnte ich aber niemals so dünne vegetirende Haare finden, deren Papille in der normalen Tiefe sich befand. Ich schliesse daraus, dass es bei Bildung dieser dünnen Haare um eine unkräftige Vegetation sich handle, die nicht im Stande ist, die Papille in ihre ursprüngliche Tiefe zurückzudrängen. Nur in einem einzigen Falle, bei einem 22jährigen Individuum vermisste ich dünne Kolbenhaare gänzlich, alle zeigten Schäfte von normaler Dicke und halte ich daher auch die früher erwähnten dünnen Kolbenhaare als bedingt durch Senescenz der Haarbälge.

Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Figuren mit Ausnahme der Fig. 3 u. 4, sind nach Schnittpräparaten gezeichnet. Die Objecte waren längere Zeit in Müller'scher Flüssigkeit, dann nachträglich noch mit Alkohol erhärtet. Die Schnitte wurden mit Blauholzextrakt tingirt. Die Zellkerne sind nur dort dargestellt, wo dies ohne Beeinträchtigung der Klarheit der Zeichnung möglich, oder aus besonderen Gründen nothwendig war.

Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt der Haarwurzel einer Cilie. *A* Gegend der Talgdrüsen, *B* Papillentheil des Haares. Die mittlere Region des Haarbalges zwischen *A* und *B* ist aus der Zeichnung weggelassen. *a*. Haar, a_1 Fasersubstanz, a_2 Oberhäutchen desselben. *b*. Innere Wurzelscheide, b_1 Oberhäutchen, b_2 Huxley'sche — b_3 Henle'sche Schicht derselben. *b'* oberes Ende der inneren Wurzelscheide, *c* äussere Wurzelscheide. Vergr. 180.

Fig. 2. Cilie aus demselben Augenlide, wie Fig. 1. Mit nach abwärts umgeschlagenen Oberhäutchen. Die Zeichnung ist nur links vollständig ausgeführt. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 1. Weiteres im Texte Seite 21. Vergr. 180.

Fig. 3. Isolirte Henle'sche Schicht der inneren Wurzelscheide von einem Tasthaare des Kaninchens. Frisch mit Picrocarmin behandelt. *a*. Glashelle Zellen und Lücken zwischen denselben. *b*. Stelle, wo am Längsschnitte die Henle'sche Schicht nach unten plötzlich aufzuhören scheint. *c*. Grobkörnige Zellen, welche in die hellen Zellen nach oben übergehen. *d*. Sechseckige körnige Zellen gegen den Grund des Haarbalges.

Fig. 4. Übergang der grobkörnigen Zellen der Huxley'schen Schicht der inn. Wurzelscheide in helle Zellen. Isolationspräparat, wie Fig. 3. *a*. Helle, kernhaltige Spindelzellen. *b*. Grobkörnige Zellen.

Fig. 5—9. Querschnitte von Kopfhaaren aus verschiedenen Höhen der Haarbälge. *p*. Papille, *a* Haar, a_1 Fasersubstanz, a_2 Oberhäutchen desselben. *b*. Innere Wurzelscheide, b_1 Oberhäutchen, b_2 Huxley'sche, b_3 Henle'sche Schicht derselben. *c*. Äussere Wurzelscheide. c_1 Hornschicht, c_2 Schleimschicht derselben. Weiteres auf diese Abbildungen Bezügliches siehe S. 8.

Fig. 10. u. 11. Querschnitte durch die Wurzel einer Cilie. Fig. 10 durch die Papille, Fig. 11 durch das untere Drittel des Haarbalges. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 5—9. Vergr. 180.

Tafel II.

Fig. 12. Cilie im Beginn der Ausstossung. *a*. Haar, *b* innere Wurzelscheide, b_2 Huxley'sche, b_3 Henle'sche Schicht derselben. b_4 Rest der noch nicht metamorphosirten inneren Wurzelscheide, welche zum hellen Theil des Haarkolbens wird? *c* Äussere Wurzelscheide, d_1 Glashaut, d_2 mittlere, d_3 äussere Haarbalgscheide, *p* Papille, *m* Haarmatrix, *k* Haarkolben. Vergr. 120.

Fig. 13. Cilie im Emporrücken begriffen. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12. Ausserdem h_1 äussere, h_2 innere Lage des Haarstengels Vergr. 120.

Fig. 14. Abgestossene Cilie im stark verkürzten Haarbalge. Innere Wurzelscheide umgeschlagen. Der Haarkolben *k* ist jetzt vollendet, er besteht aus einer inneren dunkeln (pigmentirten) Partie, welche dem Kolben *k* der Figuren 12 und 13 entspricht und aus einer äusseren, glashellen, zackigen Partie, welche muthmasslich aus den mit b_4 bezeichneten hellen Zellen der Figuren 12 und 13 hervorging. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12. Vergr. 120.

Fig. 15. Beginn der Haarbildung im alten Balge. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12—14, ausserdem: *b* innere Wurzelscheide, b_2 Huxley'sche. b_3 Henle'sche Schicht derselben, *m* Haarmatrix, die noch nicht productiv ist. Vergr. 120.

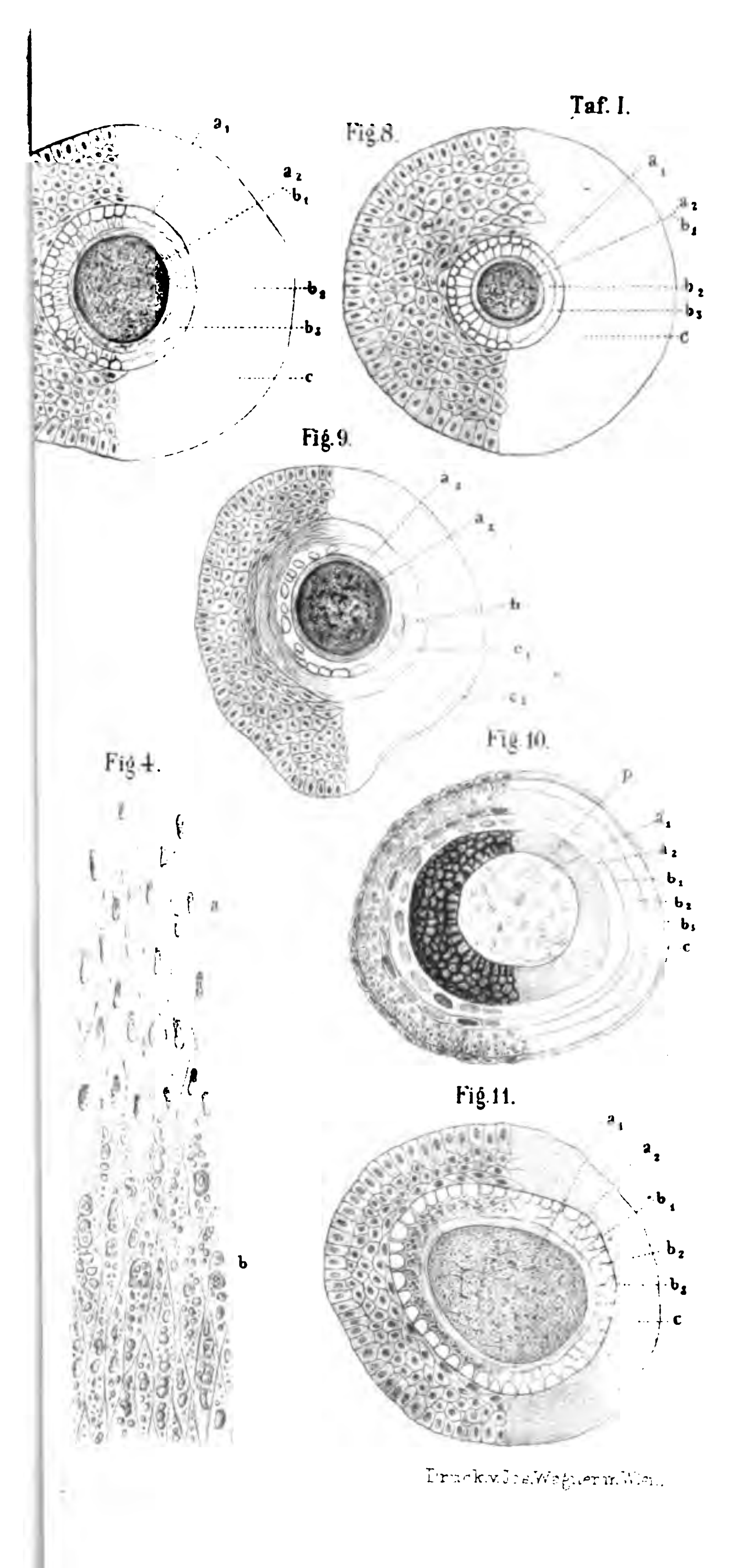
Fig. 16. Junges Haar. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 12, ausserdem: a_2 Haaroberhäutchen, b_1 Wurzelscheidenoberhäutchen, *c'* alte äussere Wurzelscheide um den Haarkolben, welche von der Matrix der sich neubildenden äusseren Wurzelscheide *c* scharf getrennt erscheint. Vergr. 120.

Fig. 17. Haarlängsschnitte der Kopfhaut eines sechsmonatlichen Embryo, *a* Oberhaut, *b* Corium, *c* subcutanes Fett, *d* subcutanes Bindegewebe, *e* Arrector pili, *f* Talgdrüse, *g* Fortsatz der äusseren Wurzelscheide in die Insertion des Arrectors, *h* Schweissdrüse Vergr. 40.

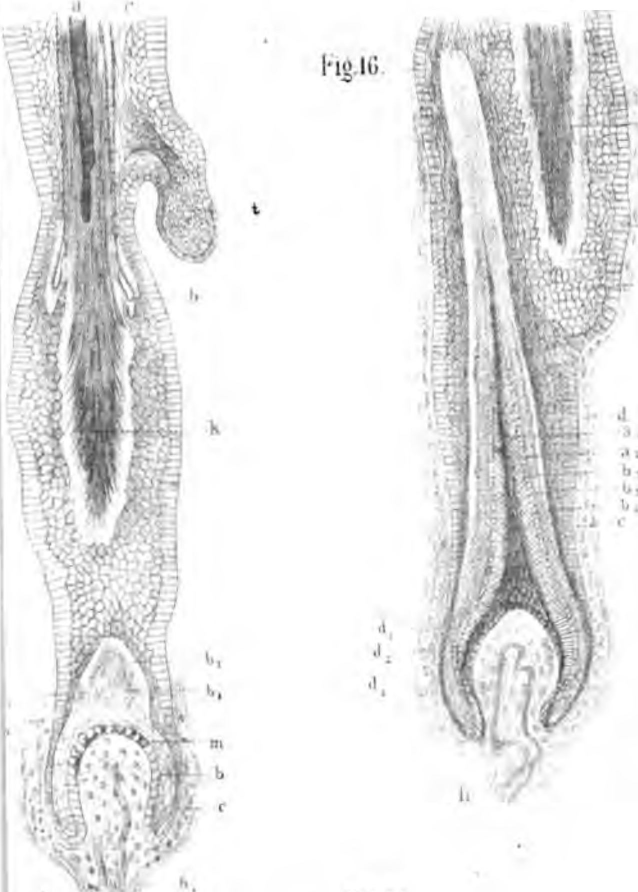
Fig. 18. Aus der Kopfhaut eines 22jährigen Mannes. *a* Oberhaut, *b* Corium, *c* subcutanes Fettgewebe mit Bindegewebsseptis *b'*. *d* äussere, *e* innere Wurzelscheide, *f* Haar, *g* Papille, *h* Haarstengel, *i* Arrector pili, *k* Talgdrüse, *l* Schweissdrüse, *l'* Ausführungsgang einer solchen. α Voll vegetirendes Haar, nur zum Theile sichtbar. β Junges Haar. γ Fertiger Haarkolben. δ Haar in voller Vegetation. ε Haar mit bereits stark verkürztem Haarbalg und fast fertigem Haarkolben. ζ Haar im Beginne der Ausstossung.

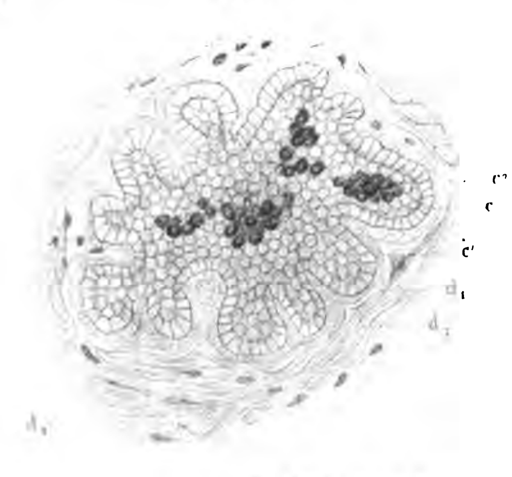
Zu dieser Zeichnung ist zu bemerken, dass nicht alle Haare, welche dargestellt sind, auf der der Zeichnung zu Grunde gelegten Stelle des Schnittes sich befanden. Die Zeichnung wurde vielmehr aus drei verschiedenen Stellen combinirt. Die Dimensionen der Einzelheiten sind aber genau mit der Camera copirt. Vergr. 25.

Fig. 19. Querschnitt durch einen zusammengefallenen Haarbalg der Kopfhaut. *c* Matrix der äusseren Wurzelscheide, *c''* Pigmentzellen von der theilweise sich abstossenden Haarmatrix stammend. d_1 Glashaut, d_2 mittlere, d_3 äussere Haarbalgscheide. Vergr. 200.


Taf. I.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 4.
Fig. 11.


Taf. II.


Fig.16.
k
t
c
b
k
d
a
a
b
b
b
c
d
d
d
b
b
m
b
c
b
h
b
b


Fig.19.
c
c'
d
d
d

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXIII. SITZUNG VOM 9. NOVEMBER 1876.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Das k. k. militär-geographische Institut übersendet eine weitere Serie von 21 Blättern der neuen Special-Karte Österreich-Ungarns 1:75000.

Das Bureau des Longitudes in Paris dankt für die demselben bewilligten Publicationen astronomischen Inhaltes.

Das w. M. Herr Prof. Kerner übersendet eine Abhandlung: „Über Parthenogenesis angiospermer Pflanzen".

Das c. M. Herr Prof. Dr. C. Claus in Wien übersendet einen Aufsatz: „Über die Schalendrüse der Copepoden".

Der Secretär legt noch folgende eingelangte Abhandlungen vor:

1. „Über eine Modification der Dumas'schen Methode der Dampfdichtenbestimmung", von Herrn Dr. J. Habermann in Brünn.
2. „Untersuchungen über den Ursprung der niedrigsten Organismen", von Herrn Prof. F. Krašan in Cilli.

Herr Dr. Ernst v. Fleischl überreicht die zweite Abhandlung aus seiner „Untersuchung über die Gesetze der Nervenerregung" unter dem speciellen Titel: „Über die Wirkung secundärer elektrischer Ströme auf Nerven".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia nacional de Ciencias exactas existente en la Universidad de Cordova: Boletin; Entrega I, II. & III. 1874; Entrega IV, 1875. Buenos-Aires, 1874, 1875; 8⁰.

Académie, Royal de Copenhague: Mémoires, 5e serie. Classe des Sciences. Vol. XI, Nr. 2 & Vol. XII. Nr. 2. Kjebenhavn, 1875; 4⁰.

Academy, Peabody of Science: The American Naturalist. Voll. VIII, Nr. 2—12; 1874. Vol IX, Nr. 1—12; 1875. Salem, 8⁰. — Memoirs of the Peabody Academy of Science. Vol. I. Number IV. Salem, 1875; 4⁰. — Sixth Annual Report of the trustees of the Peabody Academy of Science, for the year 1873. Salem, 1874; 8⁰.

Akademie, Kaiserlich-Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft XII. Nr. 17 — 18. Dresden; 4⁰.

American Association for the Advancement of Science: Memoirs I. Salem, 1875; 4⁰.

Annalen der Sternwarte in Leiden. IV. Band. Haag, 1875; 4⁰.

Annales des mines. VIIe Série. Tome IX. 2e Livraison de 1876. Paris, 1876; 8⁰.

Archivio per l'Antropologia e la Etnologia. VI. Volume. Fasc. I. Firenze, 1876; 8⁰.

Bureau des Longitudes: Connaissance des Temps ou des mouvements célestes. Paris, 1875; 8⁰. — Annuaire pour l'an 1876. Paris; 12⁰.

Gesellschaft, Schweizerische naturforschende in Andermatt: Verhandlungen. 58. Jahresversammlung. Jahresbericht 1874 und 1875. Luzern; 8⁰.

— Naturforschende in Emden: 61. Jahresbericht; 1875. Emden, 1876; 12⁰.

— Archäologische in Moskau: Alterthümer, VI. Band. Moskau, 1876; 4⁰.

— wissenschaftlich, entomologische, in Petersburg; Arbeiten. Tome VII. Nr. 2, 3 — 1873; Tome VIII, Nr. 1 — 1874; — Nr. 2 & 3 — 1875; Nr. 4 — 1876; Tome IX, Nr. 1 & 2, 1875; Nr. 3 &4, 1876. St. Petersburg 1874, 1875, 1876; 8⁰.

Glaisher, J. W. L.: On a class of identical relations in the theory of Elliptic functions. (From the Philosophical Transactions of the Royal Society of London, vol. 165, pt. 2.)

Institut, k. k. militär-geographisches: Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie im Masse von 1:75000 (21 Blätter.) Fol.

Institute, Essex at Plummer Hall: Catalogue of the Paintings, Bronces etc. Salem 1875, 8°.

— the Peabody of the City of Baltimore: Ninth annual report of the Provost to the Trustees. June 4. 1868 & June 1. 1876. Baltimore, 1876; 8°.

Instituto Geográfico y estadistico: Memorias. Madrid, 1876; 4°.

Jahrbücher, württembergische für Statistik und Landeskunde. Jahrgang 1875. I. & II. Band und Anhang. Stuttgart, 1876; 4°.

Jahreshefte, württembergische naturwissenschaftliche. XXXII. Jahrgang, 1., 2. u. 3. Heft, mit 11 Tafeln u. 6 Holzschnitten. Stuttgart, 1876; 8°.

Journal, the, of the anthropological Institute of Great Britain and Ireland. Vol. III. Nr. 11; Vol. IV. Nr. 1; Vol. V. Nr. 3 & 4. London 1873, 1874 u. 1876; 8°.

Nature. Nr. 364 u. 365. Vol. XIV. London, 1876; 4°.

Nuovo Cimento: Serie 2ª. Tomo XVI. Luglio e Agosto 1876. Pisa; 8°.

Observatorio de Marina de San Fernando: Anales; Enero, Febrero, Marzo, Abril, 1870; 4°.

Peichl, J.: Geschichte der Entwicklung des magnetischen Charakters von Eisenschiffen S. M. Kriegsflotte und Entwurf eines aus derselben abgeleiteten Depolarisirungsverfahrens. Pola, 1876; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik. XII. Band, 4. u. 5. Heft. München, 1876; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. VIe Année, 2e Série, Nr. 17, 18. Paris, 1876; 4°.

Sociedad de Ciencias fisicas y naturales de Caracas, Boletin de la: „Vargasia“. Nr. 1—3, 1868; Nr. 5, 1869; Nr. 7, 1870. Caracas; 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Disp. 6ª—8ª. Palermo, 1876; 4°.

Societas entomologica rossica: „Horae“. Tom. XI, Nr. 1, 2, 3. Petropoli. 1875; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXIe. 1874. Paris; 8^0.

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 3e et 4e fascicules. 1875. Paris, 1876; 8^0.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 29e Année, 3e Série. 1e, 2e & 3e. Cahier. Paris, 1876; 8^0.

— des Sciences de Nancy: Bulletin. Serie II. Tome I. 6e année 1873. Nancy, 1874; 8^0. — Composition du conseil d'administration pour l'année 1874; 8^0.

— Géologique de France: Bulletin. 3e Série, Tome III. 1875. Nr. 10. 3e Serie. Tome IV. 1876. Nr. 3.. Paris, 1876; 8^0.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1876, Nr. 1. Moscou, 1876; 8^0.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome IV. Avril et Mai. Nr. 4 & 5. Paris, 1876; 8^0.

Society, American philosophical: Proceedings of the: Vol. XIV. Nr. 95.

Society, The Asiatic of Bengal: Proceedings. Nr. 1 & 2. January & February 1876. Calcutta, 1876; 8^0. - Journal, Part II., Nr. 3. 1875. Calcutta, 1875; 8^0. — Bibliotheca Indica; fasciculus 3—4. Vol. II. fasc. 6. Calcutta, 1876; 8^0.

— Royal Geographical, of London. Proceedings. Vol. XX, Nr. 6. London, 1875; 8^0.

Verein für die deutsche Nordpolfahrt in Bremen: 29., 32., 34., 35., 38. und 39. Versammlung. Forschungsreise nach Westsibirien 1876. 2.—6. Heft. 8^0.

— zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse nördlich der Elbe: Mittheilungen. 1. Heft 1857. Kiel; 8^0. 9. Heft. 1868. Kiel, 1869; 8^0.

— physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1874—1875. Frankfurt a. M., 1876; 8^0.

— Offenbacher, für Naturkunde: Bemerkungen über einige Reptilien von Griechenland und von der Insel Chios. Von Dr. Oskar Böttger. 8^0.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875/76. 4^0 & 8^0.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 44—45. Wien, 1876; 4^0.

Untersuchung über die Gesetze der Nervenerregung.

Von **Dr. Ernst v. Fleischl,**

Privatdocenten für Physiologie und Assistenten am physiologischen Institute der Wiener Universität.

(Mit 3 Holzschnitten und 1 Tafel.)

II. Abhandlung.

Über die Wirkung secundärer elektrischer Ströme auf Nerven.

Die erste Abhandlung[1] dieser Untersuchung beschäftigte sich ausschliesslich mit der Lehre vom Anschwellen der Reize im Nerven. Demnach wurde dort von den Resultaten der Versuche, die über die Einwirkung elektrischer Reize auf Nerven angestellt waren, nur eben so viel mitgetheilt, als nothwendig schien, um die Unhaltbarkeit der für jene Lehre aufgebrachten Beweise und der ganzen Lehre selbst darzuthun. Hiefür aber genügte die Betrachtung eines bestimmten Falles: zweier Stellen eines Nerven, von denen die obere für absteigende Ströme erregbarer war als die untere, während die untere durch aufsteigende Ströme stärker gereizt wurde, als die obere. Der Zweck dieser Abhandlung ist: ein Fundamentalgesetz zu formuliren, welches den Effect einer elektrischen Reizung als Function der in Frage kommenden Variablen hinstellt, ein Gesetz, von dem der eben angeführte nur ein specieller Fall ist.

Ehe ich aber mit der Schilderung der Experimente beginne, welche zur Erkenntniss jenes Gesetzes führen, muss eine an sich sehr unwesentliche Abänderung der reizenden Elektroden beschrieben werden, welche aber eine nicht unwesentliche Vereinfachung und Zuschärfung der Versuche gestattet. Die von du Bois Reymond an Stelle der früher von ihm benützten

---

[1] Diese Berichte LXXII. Bd., 3. Abthlg., December-Heft.

Bäusche mit Eiweisshäutchen eingeführten und jetzt allgemein verwendeten unpolarisirbaren Elektroden mit einer Armatur von Thon, der mit Kochsalzlösung angeknetet ist, bieten zwar eine ganze Reihe von unschätzbaren Vorzügen, die allgemein anerkannt sind, aber auch einige kleine Unbequemlichkeiten und Nachtheile, die der kennt, der viel mit ihnen arbeitet. Bei meinen Elektroden ist das Princip, auf welchem die Stromlosigkeit und Unpolarisirbarkeit der du Bois-Reymond'schen Elektroden beruht, vollkommen unverändert beibehalten, nur die Armatur ist eine andere.

Ein Haarpinsel bester Sorte, wie er zum Aquarellmalen dient, wird über dem unteren Ende der Federpose mit einem scharfen Messer entzweigeschnitten. Der Schnitt hat die Haare innerhalb der Federpose zu treffen und deren obere Enden, die mitunter in einen Kitt eingeschmolzen sind, zu entfernen soweit dieser Kitt reicht. Hierauf wird ein Glasrohr von solcher Weite, dass das mit dem Pinsel vereinigt gebliebene kurze Stück der Pose bequem hineinpasst, an seinem einen Ende erwärmt und in einen geschmolzenen Kitt eingetaucht, der in festem Zustande wasserdicht ist. Sobald die dünne Schichte, die innen und aussen am Glase haftet, erstarrt ist, wird das abgeschnittene Pinselende in das mit Kitt überzogene Ende des Glasrohres hineingesteckt, aber nicht so tief, dass das kurze Stück Pose ganz im Rohre verschwindet. Nun wird die dünne zwischen Pose und Innenwand des Glasrohres befindliche Kittschichte durch leichtes Anwärmen nochmals geschmolzen, mit der Vorsicht, dass der flüssige Kitt weder am oberen querdurchschnittenen, noch am unteren freien Ende der Pose die Pinselhaare erreicht und zwischen sie eindringt. Dann trägt man mittels einer Pipette so viel von einem frisch angerührten Gypsbrei in die Glasröhre ein, dass derselbe eine etwa einen Centimeter hohe, unmittelbar auf den durchschnittenen Pinselhaaren aufruhende Säule bildet, und lässt das Ganze ein paar Tage ruhig stehen. Solche „Pinselelektroden“ (Fig. 1 d. Tafel) sollen 24 Stunden bevor sie zum ersten Male in Gebrauch genommen werden in ein mit Wasser gefülltes Gefäss gelegt werden und sofort nach dem Gebrauch wieder unter Wasser kommen und bis zur nächsten Verwendung darin bleiben. Sie werden zum Gebrauche hergerichtet durch

Anfüllen des Glasrohres mit Zinklösung und Eintauchen der Pinsel in Kochsalzlösung. Die amalgamirten Zinkdrähte oder Bleche können ohne Weiteres auf dem Gypsboden ihrer Zelle aufstehen. Die den Glasröhren zu gebende Fassung und Aufstellung wird natürlich der Einzelne nach Geschmack und Bedürfniss variiren — ich habe bei diesen Versuchen eine Befestigung am freien Ende einer langen, schmalen, dünnen Bleizunge gewählt, wie ich sie in der ersten Abhandlung beschrieben habe. (Fig. 2.) Solche Elektroden sind jedesmal in kürzester Zeit zum Versuche hergerichtet; die Armaturen lassen sich leicht (mit den Lippen) haarfein zuspitzen, haben ein sehr erwünschtes Maass von Elasticität, ein während des Versuches fern von der Spitze auf die Haare gebrachtes Wassertröpfchen verbreitet sich sofort durch den ganzen Pinsel, die Armaturen lassen nichts auf dem Präparate zurück, bröckeln nicht ab, und der Widerstand dieser Elektroden ist von derselben Ordnung, wie der der bisher üblichen. Ich hatte nur folgendes Bedenken. Faserige Bündel geben Ströme zwischen Längsschnitt und Querschnitt. Liegt nun der eine Pinsel mit der Spitze, der andere mit dem Mantel (des Kegels) dem Präparat an, so ist zwischen Längs- und (oberem) Querschnitt des letzteren Pinsels ein Kreis geschlossen, in dem die elektromotorischen Kräfte des Pinsels zur Geltung kommen. Ich habe mich aber an einer sehr empfindlichen Boussole davon überzeugt, dass bei dieser Anordnung ein solcher Faserungsstrom nicht wahrnehmbar ist. Alle elektromotorischen physiologischen Versuche lassen sich mit den Pinselelektroden mindestens mit derselben Subtilität, gewiss aber mit grösserer Bequemlichkeit anstellen, als mit Thonelektroden.

Solcher Pinselelektroden habe ich mich nun auch bedient, um die erregenden secundären Ströme bei meinen Versuchen dem Nerven zuzuführen.

Alle in dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche sind mit Öffnungsströmen angestellt. Das über die Wirkung der Schliessungsströme zu sagende, findet seinen geeigneten Platz später.

Die Nerven waren ganz so präparirt, wie ich dies in der 1. Abhandlung beschrieben habe, das heisst also: zwischen Becken und Knie vollkommen frei, am unteren Ende im Zusammenhang mit dem in das Pflüger'sche Myographium eingespannten Muskel, am oberen Ende im Zusammenhang mit dem durch Chloralhydrat regungslos gemachten Thiere[1]. Der Effect, den man erhält, wenn man mit zwei Elektrodenpaaren abwechselnd reizt, von denen das eine hoch oben, das andere tief unten am Nerven liegt und die alle übrigen Bedingungen in congruenter Weise erfüllen, ist aus der 1. Abhandlung bekannt. Er hängt nämlich von der Stromrichtung ab, so lange die Stromstärke nicht hoch übermaximal ist. Beschränkt man sich auf die Anwendung eines einzigen Elektrodenpaares, welches am Nerven verschoben wird, so lässt sich die Thatsache, dass hoch oben am Nerven die absteigenden, tief unten hingegen die aufsteigenden Inductionsströme die allein wirksamen sind, auf diese Weise leicht bestätigen und es ist die Anordnung des Versuches in dieser Form desshalb der erst beschriebenen vorzuziehen, weil man hier aller Sorge um die Congruenz der Elektrodenpaare enthoben ist.

Legt man die Elektroden hoch oben an und sucht nun diejenige Stromstärke, bei welcher ein absteigender Öffnungsinductionsstrom eben Zuckung auslöst, so wird man denselben Strom aufsteigend natürlich unwirksam finden. Steigert man nun durch Annäherung der secundären Spirale an die primäre die Stromstärke, so wird endlich die durch den absteigenden Strom ausgelöste Zuckung maximal, während der aufsteigende Strom noch immer unwirksam bleibt. Der Unterschied in der

---

[1] Ich habe in der 1. Abhandlung bei Gelegenheit der Beschreibung meiner Präparationsmethode bereits bemerkt, dass schon vor mir mehrere Forscher am unzerschnittenen Nerven experimentirt haben und habe einige von diesen namhaft gemacht. H. Munk ist nicht unter den daselbst citirten und ich trage seinen Namen desshalb hier nach, weil eine im Text gemachte Bemerkung über die geringe Bedeutung, welche dieser Methode von den Forschern bisher beigemessen wurde, sich nicht auf Munk ausdehnen lässt, welcher seine Methode genau geprüft und beschrieben hat und sich über ihre Tragweite gewiss keiner Täuschung hingab, wenn er sie auch nach einer ganz anderen Richtung hin auszubeuten versuchte, als ich.

Wirkung der beiden Stromrichtungen beträgt nunmehr gerade das Zuckungsmaximum. Rückt man jetzt mit der secundären Spirale noch näher an die primäre heran, so ist die Wirkung des absteigenden Stromes keiner weiteren Steigerung mehr fähig, sie bleibt maximal; der aufsteigende Strom aber bleibt unwirksam bis endlich durch fortwährende Verringerung der Distanz zwischen den Spiralen eine Stromstärke erreicht ist, welche auch bei aufsteigender Richtung des Stromes Zuckung auslöst. Ein analoger Versuch lässt sich am unteren Ende des Nerven anstellen, hier ist ein absteigender Strom noch lange unwirksam, wenn auch der aufsteigende Strom von gleicher Stärke längst die zur Auslösung des Zuckungsmaximums nöthige Intensität übertrifft. (Siehe den Holzschnitt pag. 21) Somit beträgt der Unterschied in der Wirkung der Stromrichtungen an den Enden der von uns betrachteten Nervenstrecke weit mehr als das Zuckungsmaximum.

Derselbe Satz lässt sich noch in etwas anderer Form beweisen.

Man suche während die Elektroden z. B. oben am Nerven liegen die Intensität des absteigenden Öffnungsinductionsstromes, welche eben das Maximum der Zuckung auslöst und lasse nun, während man den primären Strom dauernd geschlossen hält, die Feder des Neef'schen Unterbrechers spielen. Der Muskel geräth natürlich in einen heftigen Tetanus. Kehrt man nun die Richtung der Öffnungsinductionsströme im Nerven um, so wird man den Muskel in Ruhe verbleiben sehen. Ja, man kann sogar die Stärke des in der einen Richtung wirksamen Reizes so gross nehmen, dass dieser ein einziges Mal applicirt bereits beträchtlich übermaximal ist und man wird denselben Reiz in rascher Folge, den Nerven in der anderen Richtung treffend, immer noch unwirksam finden. Es ist zwar bei Anstellung dieses Versuches wünschenswerth, dass die Schliessungsinductionsströme vom Nerven abgeblendet werden, aber es ist dies nicht unumgänglich nothwendig, da ja ihre Wirkung auf den Nerven überhaupt um so vieles geringer ist, als die der Öffnungsschläge. (Fig. 3.)

Wenn man nun nicht bloss zwei Stellen des Nerven in Betracht zieht, sondern die ganze frei präpa-

rirte Strecke, so findet man, dass die beiden einander polar entgegengesetzten Zuckungsgesetze, welche für die beiden Enden gelten, im Verlaufe der Strecke allmälig in einander übergehen und zwar in der Art, dass jedes Stückchen des Nerven sein eigenes Zuckungsgesetz hat, welches ihm auch, so lange der Nerv unzerschnitten ist, mit merklicher Constanz durch eine geraume Zeit eigenthümlich bleibt, und welches im Allgemeinen dem für das nächstgelegene Ende der Strecke gültigen Gesetz um so ähnlicher ist, je näher das betrachtete Stückchen des Nerven diesem Ende liegt. Irgendwo im Verlaufe des Nerven zwischen den beiden Enden, die ich von nun an „Pole" nennen will, findet sich eine Stelle, an welcher der Nerv für aufsteigende und absteigende Ströme gleich reizbar ist, an welcher also die beiden Phasen des Nerven in einander übergehen, ich will diese Stelle Indifferenzpunkt oder mit Rücksicht auf später hervorzuhebende Analogien „Äquator" nennen.

Nun will ich weder durch eine detaillirte Wiedergabe der eigentlich selbstverständlichen Versuchsweisen, durch welche man zu diesem Resultate gelangt, den Leser ermüden, noch durch den Abdruck zahlreicher Myogramme das Volumen dieser Abhandlung anschwellen — es sei mir aber die Angabe einiger besonders schlagender Experimente vergönnt.

1. Man tastet mit einem Pinselelektrodenpaar die freipraeparirte Strecke des Nerven so lange ab, bis man eine Stelle gefunden hat, welche auf zweimaligen Reiz mit entgegengesetzt gerichteten gleich starken Öffnungsinductionsschlägen, zwei gleich hohe untermaximale Zuckungen auslöst. Diese Stelle ist der Äquator. Um ihn zu finden, hat man nicht bloss die Entfernung der Elektroden vom Muskel, sondern auch die Entfernung der secundären von der primären Spirale fortwährend variiren müssen. Hat man den Äquator gefunden, so bezeichnet man ihn dadurch, dass man den Nerven in der Mitte zwischen den beiden Elektroden mit einer in Zinnober oder in Russ getauchten Nadel berührt. Nun lässt man die Inductionsspiralen in ihrer gegenseitigen Lage unverändert und applicirt das Elektroden-

paar einmal an eine über dem Äquator (näher zum Becken) einmal an eine unter dem Äquator gelegene Stelle des Nerven. Sofort werden die beiden Zuckungen, die durch die beiden einander entgegengesetzten Reize ausgelöst werden, ungleich hoch, in der ganzen oberen Polstrecke überwiegt der absteigende, in der ganzen unteren Polstrecke der aufsteigende Reiz.

Schiebt man nun die Elektroden wieder in ihre Anfangsstellung zurück, so wird man entweder finden, dass der Äquator seinen Ort am Nerven unverändert beibehalten hat, oder man wird ihn um eine ganz kleine Strecke nach dem Muskelende hin verschoben finden; um eine Strecke, deren Länge nicht leicht einen Millimeter übersteigt, selbst wenn die Zeit zwischen dem Constatiren und dem Wiederaufsuchen des Äquators fünf Minuten betragen hat.

D e r U n t e r s c h i e d i n d e r W i r k s a m k e i t d e r b e i d e n S t r o m e s r i c h t u n g e n w i r d u m s o b e t r ä c h t l i c h e r, j e w e i t e r m a n s i c h v o m Ä q u a t o r e n t f e r n t. Er erreicht im oberen Pol sein Maximum dicht unter der Abgangsstelle der Nervenäste für die Oberschenkelmusculatur (dieser Punkt bezeichnet überhaupt die obere Grenze der in der 1. Abhandlung und bisher in dieser Abhandlung betrachteten Nervenstrecke), im unteren Pol erreicht der besprochene Unterschied sein Maximum eine kurze Strecke vor dem Eintritt des Nerven in den Muskel. Unterhalb dieses unteren Poles, dicht vor seinem Eintritt in den Muskel, zeigt der Nerv eine besonders geringe Empfindlichkeit gegen elektrische Reize; ein Umstand, auf welchem gleich hier etwas näher eingegangen werden soll. Nachdem wir eine verschiedene Empfindlichkeit oder Reizbarkeit ein und desselben Punktes eines Nerven gegen ein und denselben Strom, je nach der Richtung desselben, kennen gelernt haben, wird es nothwendig, einen neuen Begriff, den der „absoluten Empfindlichkeit“ einzuführen. Wäre der Reizeffect unabhängig von der Stromesrichtung, so könnte man als Mass für die absolute Empfindlichkeit einer bestimmten Stelle des Nerven, etwa die Rollendistanz benützen, bei welcher von dieser Stelle aus eben eine minimale Zuckung ausgelöst wird, wenn willkürlich gewählte Einheiten in den übrigen Theilen des Apparates innegehalten sind, also eine bestimmte Stromstärke, Drahtdicke, Windungszahl, Länge

der primären Spirale; eine bestimmte Drahtdicke, Windungszahl und Länge der secundären Spirale, bestimmte Leitungswiderstände der gesammten secundären Strombahn und eine bestimmte Distanz der beiden Elektroden von einander. Die absolute Empfindlichkeit einer Nervenstelle unter den Verhältnissen wie sie wirklich bestehen, wird als Mittel der beiden Empfindlichkeiten für die beiden Stromrichtungen aufzufassen sein. Sie ist demnach ein construirter und nicht ein abstrahirter Begriff, da es in der Erfahrung nur Empfindlichkeit für aufsteigende und Empfindlichkeit für absteigende Ströme gibt. Eine eingehende Erörterung der Art, wie die absolute Empfindlichkeit längs des Nerven vertheilt ist, bleibt einer späteren Mittheilung vorbehalten. Man sieht sofort, dass, wenn die Unterschiede in der absoluten Empfindlichkeit verschiedener Nervenstellen sehr gross wären, die ungünstigere Stromrichtung an der absolut empfindlicheren Stelle immerhin noch wirksamer sein könnte, als die günstigere Stromrichtung an der absolut unempfindlicheren Stelle. Dass dem aber im Allgemeinen nicht so ist, geht schon aus den bisher mitgetheilten Versuchen hervor. Die Unterschiede in der absoluten Empfindlichkeit verschiedener Nervenstellen sind, besonders wenn sie nicht allzu verschiedene Entfernungen vom Äquator haben, im Allgemeinen viel geringer als die Unterschiede in der Empfindlichkeit einer und derselben Nervenstelle[1] für die beiden Stromrichtungen. — Eine Nervenstelle von auffallend geringer, absoluter Empfindlichkeit haben wir nun in dem alleruntersten Stück des Nerven, unmittelbar vor seinem Eintritte in den Muskel kennen gelernt.

Eine zweite Stelle geringer absoluter Empfindlichkeit liegt an dem oberen Ende der bisher betrachteten Nervenstrecke, also gegen den Abgang der Oberschenkeläste zu.

2. Wir treffen nun folgende Versuchsanordnung: Das vordere Ende der Bleizunge an meinen Elektrodenträgern wird zweckmässig durch Aufbiegen seiner Seitenränder in eine tiefe Rinne oder auch in ein Rohr verwandelt, welches das Glasröhrchen der Elektrode aufnimmt. Reize ich mit zwei Elektroden, deren Distanz während mehrerer Reizungen constant bleiben soll, wie

[1] Den Äquator sowie seine nächste Umgebung natürlich ausgenommen.

z. B. in dem soeben mitgetheilten Versuch, so wird das verbreiterte vordere Ende der Bleizunge der Länge nach gespalten und es wird aus jeder der Hälften eine Rinne gebildet, in der je eine Elektrode mit etwas Klebwachs fixirt wird. Führt man den spaltenden Scheerenschnitt tiefer in die Bleizunge bis gegen das Klötzchen hin fort, so kann man den beiden Elektroden beliebige Entfernungen von einander geben und sie doch mit Beibehaltung der einmal gewählten Distanz, bequem am Nerven verschieben. — Ändert man die Elektrodendistanz, so wird man zunächst die Erscheinungen gewahr, die Pflüger in seinem Werke über den Elektrotonus beschrieben hat und die daher rühren, dass im Allgemeinen mit der Länge der interpolaren Strecke die Wirkung der Ströme auf Nerven wächst. — Wir machen nun durch Auseinanderbiegen der beiden Elektrodentragenden Hälften der Bleizunge die interpolare Strecke des Nerven zwölf Millimeter lang, suchen den Äquator, markiren ihn am Nerven durch etwas Zinnoberstaub und verschieben, indem wir alles andere während des ganzen Versuches ungeändert lassen, die Elektroden um drei Millimeter am Nerven hinauf. Der Äquator liegt noch immerzwischen denElektroden, aber er theilt jetzt ihren Abstand in dem Verhältniss wie eins zu drei[1].

Reizen wir nun in dieser neuen Lage der Elektroden abermals mit unserem Öffnungsinductionsschlag den Nerven einmal in absteigender und einmal in aufsteigender Richtung, so erweist sich sofort die erste Reizung als beträchtlich der zweiten überlegen. Wir bringen die Elektroden in ihre frühere Lage zurück und überzeugen uns davon, dass der Äquator seinen Ort am Nerven nicht geändert hat. Schieben wir die Elektroden nunmehr um drei Millimeter nach abwärts, so dass der Äquator ihre Distanz wie drei zu eins theilt und appliciren unseren Strom in beiden Richtungen, so zeigt es sich, dass jetzt die aufsteigende Reizung einen weitaus grösseren Effect hat, als die absteigende. Die Erklärung dieses Versuches ist sehr einfach. Der Äquator, der die beiden einander entgegengesetzten Zuckungsgesetze von einander trennt, theilt die interpolare Strecke in zwei ungleich grosse Abschnitte und es kommt bei assymmetrischer Lage der

[1] Vom Muskel gegen das Becken zu gerechnet.

Elektroden zum Äquator immer diejenige Zuckungsformel zum Ausdruck, welche für den längeren Abschnitt gilt. Der den längeren Abschnitt treffende Reiz ist ja nach dem Pflüger'schen Gesetze immer absolut grösser als der den kürzeren Abschnitt treffende, indem bei unserer Anordnung immer beide Strecken gleichzeitig vom reizenden Strome durchflossen werden und also keine Veränderungen des Widerstandes und der absoluten Stromstärke eintreten, wie in den Pflüger'schen Originalversuchen, bei denen einmal ein langes, das andere Mal ein kurzes Nervenstück in die Strombahn eingeschaltet ist. Die Richtigkeit der Pflüger'schen Angabe ist auch ohne diesen Versuch vollkommen sichergestellt, doch bietet er insoferne eine Vereinfachung ihrer Demonstration, als man hier nicht nöthig hat, eine die Widerstandsveränderung compensirende und die ursprüngliche Stromstärke wiederherstellende Verschiebung der Inductionsrollen gegen einander vorzunehmen, sondern die Gleichheit der Intensität der reizenden Ströme ohne Weiteres durch Einschaltung gleicher Widerstände garantirt ist. — Unser Versuch lässt sich mit grosser Feinheit anstellen. Man kann, wenn man grosse Frösche zur Verfügung hat, die Distanz der beiden Elektroden von einander 25 Millimeter gross machen und dann durch Verschiebungen des Elektrodenpaares, die nicht grösser sind als ein oder zwei Millimeter, bald das Gesetz des oberen, bald das des unteren Poles demonstriren.

3. Nach gehöriger Feststellung der Stromstärke reizt man den Nerven mit dem absteigenden Strom hoch am oberen Pol und lässt den Muskel seine Zuckung aufschreiben. Dann schiebt man die Elektroden etwa um ihre eigene Distanz (die man am besten nicht zu klein, etwa 8 Millimeter gross, nimmt) nach abwärts und reizt wieder mit demselben Strom in derselben Richtung, verschiebt wieder um dieselbe Strecke, reizt wieder absteigend u. s. w., bis man am unteren Ende angelangt ist. Dann schiebt man die Elektroden wieder ganz hinauf, kehrt die Stromrichtung um und verfährt ganz in derselben Weise ein zweites Mal. Denkt man sich die so geschriebenen Ordinaten auf den Nerven selbst als Abscisse aufgetragen, jede auf die ihr entsprechende Stelle des Nerven und verbindet dann ihre oberen Enden mit einander, so erhält man beide Male eine gegen den

Nerven geneigte Linie; hat man mit absteigenden Strömen gereizt, so liegt der Scheitel des Winkels, den diese Linie mit dem Nerven bildet, am Muskelende, hat man mit aufsteigenden Strömen gereizt, so liegt der Scheitel des Winkels am oberen Pol des Nerven. Die auf solche Weise gebildete Linie ist durchaus nicht immer eine exacte Gerade. Besonders beim Reizen mit aufsteigenden Strömen steigt sie vom oberen Pol bis gegen den Äquator hin nur langsam, von da ab rasch an, um in der Nähe des Muskels, wegen der daselbst stattfindenden Abnahme der absoluten Empfindlichkeit wieder zu fallen. Lässt man von dem Punkte, wo die beiden mit gleichen Stromstärken gewonnenen Linien einander schneiden, eine Senkrechte auf den Nerven herab, so trifft diese den Nerven im Äquator.

Eine Frage, die sich nach dem Bekanntwerden des Äquators fast von selbst aufdrängt, ist die: wie sich der Äquator wohl verhalten möge, wenn der Nerv irgendwo in seinem Verlaufe durchschnitten wird? Die Antwort auf diese Frage lässt sich kurz fassen: Der Äquator wandert abwärts. Um diesen Satz zu begründen, will ich einige von den hierauf bezüglichen Versuchen mittheilen.

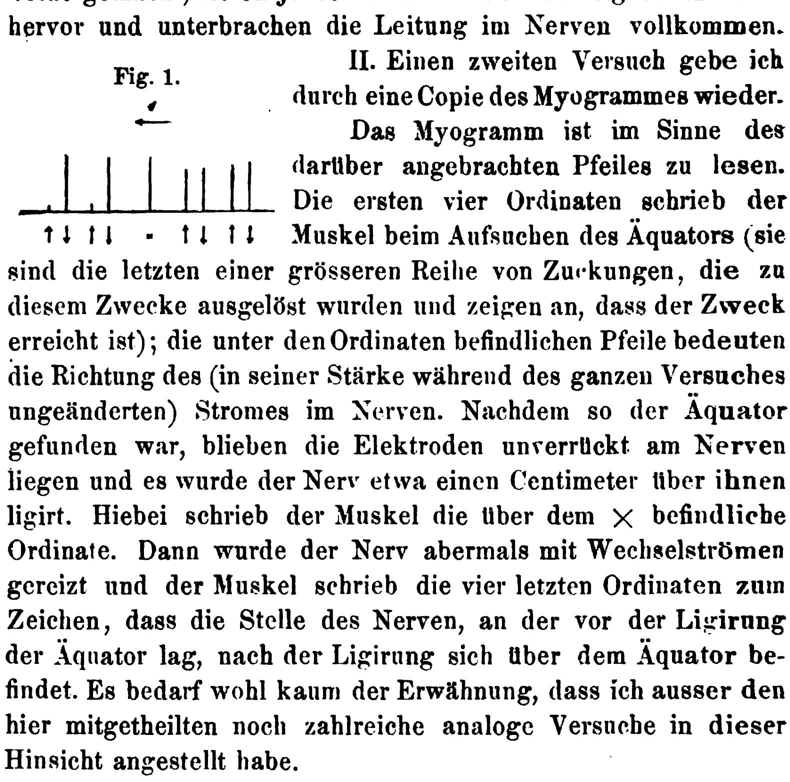
I. Bei diesem Versuche wurde jedesmals, nachdem die Continuitätsstörung im Nerven angebracht war, einige Minuten gewartet, ehe die neue Lage des Äquators bestimmt wurde. Dies geschah desshalb, weil — wie andere Versuche lehren werden — der Äquator mit geringer Geschwindigkeit wandert und es desshalb eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, ehe er stationär wird.

Nachdem der Frosch, wie bekannt, aufpräparirt war, wurde der Äquator gesucht.

	Über dem Eintritt des Nerven in den Muskel.
Er liegt	18·5 Mm.
Dann wird eine Ligatur gemacht	33·0 „
Es wird der Äquator gesucht, er liegt	15·0 „
Es wird eine zweite Ligatur gemacht	22·0 „
Es wird der Äquator gesucht, er liegt	8·0 „

Es ist somit in der Strecke von 8·0 Mm. bis 18·5 Mm. durch die Ligaturen eine Umkehrung des Zuckungsgesetzes bewirkt worden. Der Äquator ist durch diese Strecke von 10·5 Mm. Länge herabgewandert und der in dieser Strecke liegende Theil des Nerven, der früher dem unteren Pol angehörte, ist jetzt dessen oberer Pol. Die Ligaturen wurden mit dünnster chinesischer Seide gemacht, riefen jedesmal nur eine Zuckung des Muskels hervor und unterbrachen die Leitung im Nerven vollkommen.

Fig. 1.



II. Einen zweiten Versuch gebe ich durch eine Copie des Myogrammes wieder. Das Myogramm ist im Sinne des darüber angebrachten Pfeiles zu lesen. Die ersten vier Ordinaten schrieb der Muskel beim Aufsuchen des Äquators (sie sind die letzten einer grösseren Reihe von Zuckungen, die zu diesem Zwecke ausgelöst wurden und zeigen an, dass der Zweck erreicht ist); die unter den Ordinaten befindlichen Pfeile bedeuten die Richtung des (in seiner Stärke während des ganzen Versuches ungeänderten) Stromes im Nerven. Nachdem so der Äquator gefunden war, blieben die Elektroden unverrückt am Nerven liegen und es wurde der Nerv etwa einen Centimeter über ihnen ligirt. Hiebei schrieb der Muskel die über dem × befindliche Ordinate. Dann wurde der Nerv abermals mit Wechselströmen gereizt und der Muskel schrieb die vier letzten Ordinaten zum Zeichen, dass die Stelle des Nerven, an der vor der Ligirung der Äquator lag, nach der Ligirung sich über dem Äquator befindet. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass ich ausser den hier mitgetheilten noch zahlreiche analoge Versuche in dieser Hinsicht angestellt habe.

III. Von dem zeitlichen Verlaufe des Hinabrückens des Äquators eine genaue Vorstellung zu gewinnen, ist schwierig, da über dem Auslösen der vielen Zuckungspaare, die zum Bestimmen seines Ortes am Nerven nothwendig sind, eine geraume Zeit vergeht, während welcher er wieder seinen Ort verändert. Man befindet sich hier in einer ähnlichen Lage, wie beim Abwägen einer stark hygroskopischen oder einer sehr flüchtigen Substanz: nur ist es hier am Nerven nicht so leicht, Abhilfe zu schaffen, wie an der Wage. Ich habe in Ermanglung eines besseren,

folgenden Ausweg betreten. Ich benütze den bereits erörterten Umstand, dass mit wachsender Entfernung vom Äquator der Unterschied in dem Effect zweier gleicher und entgegengesetzter Ströme auf eine Stelle des Nerven wächst. Nachdem nun mit einer gewissen untermaximalen Stromstärke der Ort des Äquators eruirt ist, bleiben die Elektroden daselbst liegen, es wird oberhalb ligirt und nun in gemessenen Zeiten mit ihre Richtung wechselnden Strömen von gleicher Stärke gereizt. So ist das folgende Myogramm entstanden.

Fig. 2.

Die Gruppe von 4 Ordinaten rechts, ist wieder das Ende jener Reihe von Zuckungen, durch welche der Ort des Äquators bestimmt wurde. Er liegt 22·0 Mm. über dem Muskelende des Nerven. Die Ordinate über dem × schrieb der Muskel beim Ligiren des Nerven, welches an einer Stelle, 6·5 Mm. über dem Äquator vorgenommen wurde. Unmittelbar nach Anlegung der Ligatur wurde die folgende Gruppe geschrieben, und zwar wurde geschrieben:

Gruppe 1 um 5 h, 58′ 0″
„ 2 „ 5 h, 58′ 30″
„ 3 „ 5 h, 59′ 30″
„ 4 „ 6 h, 0′ 0″.

Wie man sieht, nimmt der Unterschied je zweier Ordinaten einer Gruppe mit der Zeit zu.

Ich habe schon früher erwähnt, dass man am unzerschnittenen Nerven den Äquator nach einiger Zeit so ziemlich an derselben Stelle wiederfindet, nur gelegentlich um ein ganz unbeträchtliches Stück nach abwärts verschoben. Dies scheint mir mit folgender Erfahrung zusammenzuhängen. Nach dem Durchschneiden des Nerven wandert der Äquator mit einer gewissen, nicht allzu grossen Geschwindigkeit abwärts, dann aber wird er nicht absolut stationär, sondern er wandert nur viel langsamer, so dass man erst nach 5 oder 10 Minuten die Ortsveränderung mit Deutlichkeit nachweisen kann. Dies hängt gewiss mit dem Absterben des Nerven vom künstlichen Querschnitte aus, zu-

sammen, und das sehr langsame Abwärtswandern des Äquators am unzerschnittenen Nerven ist vielleicht nichts als der Ausdruck der Thatsache, dass auch dieser vom Centrum gegen die Peripherie hin abstirbt. Eine andere Erfahrung über das Wandern des Äquators werde ich an einer späteren Stelle dieser Abhandlung mittheilen, da sie an einer anderen Nervenstrecke gewonnen wurde.

Es ist nämlich gewiss nicht verfrüht, wenn wir uns endlich fragen, wie die bisher betrachteten Verhältnisse am Nerven des Oberschenkels sich gestalten, bei Prüfung der höher gelegenen Partien. Auch auf diese Frage lässt sich eine einfache Antwort geben: Sie wiederholen sich. — Wir wollen zunächst die zwischen dem Abgang der Oberschenkeläste und der Wirbelsäule gelegene Nervenstrecke untersuchen. Eine ausführliche Beschreibung der Präparationsmethode für dieses Stück des Nerven scheint mir nicht nothwendig zu sein. Der Frosch wird wie früher chloralisirt (eine Vorsicht, die ich trotz der gegentheiligen Anschauung einiger Fachgenossen nicht für überflüssig halte) und der *Nervus ischiadicus* möglichst schonend von der Wirbelsäule bis zum Muskel frei präparirt. Es ist zweckmässig die lateralen Theile des Beckens hiebei mit fortzunehmen. Die Niere oder andere sich etwa vordrängende Eingeweide hält man durch einen einfachen Verband zurück. Dass der Nerv im Zusammenhange mit dem übrigen Thiere blieb, ist nunmehr nach den über den Äquator gewonnenen Erfahrungen erst recht selbstverständlich. Bei der Schilderung der an diesem Nervenstück gemachten Erfahrungen kann ich mich kurz fassen, da die Analogie mit bereits Vorgebrachtem eine sehr beträchtliche ist. Auch diese Nervenstrecke zerfällt in einen oberen und einen unteren Pol, die durch einen Äquator von einander getrennt sind. Der obere Pol ist für absteigende Reize empfindlicher als für aufsteigende, er ist absteigende Reize empfindlicher als der untere Pol. Der untere Pol ist für aufsteigende Reize empfindlicher als für absteigende und ist für aufsteigende Reize empfindlicher als der obere Pol. Der Äquator (der gewöhnlich unter

der Mitte dieser Strecke liegt) ist für beide Richtungen gleich empfindlich und mit zunehmender Entfernung von ihm, nimmt der Unterschied in der Empfindlichkeit für beide Richtungen zu. Das obere Ende des oberen Poles ist die Trennungsstelle in sensible und motorische Wurzel, also die Gegend des Ganglion intervertebrale, das untere Ende des unteren Poles ist die Abgangsstelle der Oberschenkeläste. An diesen beiden Stellen ist die absolute Empfindlichkeit eine merklich geringere. Geht man mit den Elektroden von dem unteren Polende dieser Strecke auf das obere Polende der vorher besprochenen über, so passirt man eine Stelle, an der ebenfalls beide Stromrichtungen gleich wirksam sind, wie an einem Äquator, doch nenne ich diese Stelle ebenso wenig einen Äquator, wie man die Stelle an einem unregelmässigen Magneten, an der zwei Nordpole oder zwei Südpole zusammenstossen einen Äquator nennt; ich nenne sie vielmehr eben wegen dieser Analogie einen Folgepunkt. (Fig. 4.) Bricht man einem chloralisirten Frosch die Wirbelsäule auf und untersucht (was mit den Pinselelektroden ganz leicht ausführbar ist) eine der motorischen Wurzeln des *Nervus ischiadicus*, so findet man, dass auch diese aus einem Äquator und zwei Polstrecken besteht, für welche das eben Gesagte einfach zu wiederholen ist. Die Gegend der motorischen Fasern, welche dem Ganglion intervertebrale gegenüber liegt, ist ein Folgepunkt.[1] Bei der Untersuchung der motorischen Wurzel habe ich den übrigen Antheil des Nerven nicht präparirt, auch nicht einen bestimmten Muskel am Myographium schreiben lassen, sondern die Zuckungen des ganzen Beines beobachtet. Der obere Pol dieser dritten obersten Strecke erstreckt sich bis ins Rückenmark hinein. So hoch oben am Rückenmark als überhaupt durch Inductionsschläge directe

---

[1] Bei Anstellung dieser Versuche muss man besondere Vorsicht darauf verwenden, die Wurzel, die man reizt, elektrisch genügend zu isoliren, respective die übrigen zu entfernen, sonst kann wegen der Aneinanderlagerung der unteren Hälfte einer höheren und der oberen Hälfte einer tieferen Wurzel leicht ein gemischter Effect, ja ein scheinbar verkehrter eintreten.

Zuckungen der unteren Extremität hervorgerufen werden können, sind die absteigenden Ströme immer wirksamer, als die aufsteigenden — alles was über dem dritten Äquator (dem der motorischen Wurzel) liegt, ist oberer Pol. Dass für die Nerven der vorderen Extremität in dieser Beziehung ein gleiches Gesetz gilt, zeigt folgender Versuch. Man öffnet einem Frosch die Brusthöhle oder präparirt von rückwärts aus die Stelle der Wirbelsäule frei, welche dem Austritt des Armnervengeflechtes aus dem Rückenmark entspricht, dann setzt man die beiden Elektroden zu beiden Seiten des Rückenmarks in derselben Höhe möglichst symmetrisch an. Lässt man nun einen Inductionsschlag von links nach rechts (in Frosch) gehen, so zuckt seine rechte Extremität, weil für deren obersten Pol diese Stromrichtung die günstige (absteigende) ist; wendet man den Strom, so zuckt nunmehr die andere Extremität. Es versteht sich, dass auch bei diesem Versuch die Stromstärke eine gewisse Grenze nicht übersteigen darf.

Durchschneidet man in der zweiten „Strecke", das heisst: zwischen dem Ganglion und der Abgangsstelle der Äste für die Oberschenkelmusculatur den Nerven, so kann man auch hier ganz wie in der ersten Strecke das Wandern des Äquators beobachten; nur habe ich hier einige Beobachtungen gemacht, welche mich veranlassen, die Möglichkeit zuzugeben, dass der Äquator unmittelbar nach dem Schnitt zuerst der Schnittstelle nahe rückt und zwar mit einer für meine Versuchsweise nicht messbaren Geschwindigkeit und erst dann von dieser neuen Lage aus ganz in der Weise, wie ich sie früher beschrieben habe, zunächst rasch und später von einem gewissen Punkte an, sehr langsam abwärts wandert.

Die Analogie des hier geschilderten Verhaltens der natürlichen Abschnitte des Nerven gegen reizende elektrische Ströme mit dem von du Bois-Reymond entdeckten Verhalten der von herausgeschnittenen Nervenstücken abgeleiteten elektrischen Ströme wird sich wohl dem Leser von selbst dargeboten haben. Je grösser aber die Versuchung ist, auf diese sehr weit gehende Analogie schon jetzt Vermuthungen über den Zusammenhang der specifischen Eigenschaften des Nerven mit seinen elektromotorischen Eigenschaften zu gründen, und so

eine Art von Theorie aufzubauen, desto bestimmter muss ein solches Beginnen vermieden werden; denn, wieviel Überredendes und Einschmeichelndes eine solche Theorie auch haben möchte — sie wäre doch in ihrem wichtigsten Punkte auf Willkür gegründet und es würde ihr gerade dasjenige fehlen, was einer Theorie Werth verleiht: eine feste und ununterbrochene Leitung auf Thatsachen.

ANMERKUNG.

Gegen die in meiner ersten Abhandlung[1] dargestellten Versuche und die aus ihnen gefolgerten Schlüsse hat E. Tiegel[2] Einsprache erhoben. Er macht Versuche, welche „unwiderleglich die Unmöglichkeit eines Gesetzes, wie es Fleischl aufgestellt hat" beweisen, und zwar macht er diese Versuche mit folgenden Mitteln.

1. Er verwendet keine unpolarisirbaren Elektroden, sondern Platindrähte.

2. Er verlegt die obere Reizstelle in den *Plexus ischiadicus*, während er das untere Elektrodenpaar in der halben Höhe des Oberschenkels an den Nerven legt.

3. „Von einer directen Prüfung der Widerstände, wie es Fleischl gemacht hat[3], musste ich (E. Tiegel) aus Mangel an Platz zum gesicherten Aufstellen der Apparate absehen".

4. „Ich suchte mir so zu helfen, dass ich ein viereckiges Stück feinen und gleichmässig dicken Filtrirpapieres zu einer Rolle zusammendrehte, die wenigstens 3 Mm. im Durchmesser hatte. Aus dieser Rolle schnitt ich zwei gleich lange Stücke heraus, die ich in die hakenförmigen Krümmungen der beiden

---

[1] Diese Berichte LXXII. Bd., III. Abth., December-Heft.

[2] E. Tiegel: Vom Einfluss des Reizortes am Nerven auf die Zuckungshöhe des Muskels (Aus d. physiol. Inst. d. Prof. Goltz in Strassburg). Archiv f. d. gesammte Physiologie, XIII. Bd., 12. Heft. pg. 598 ff.

[3] Ich habe natürlich nicht die Widerstände „direct geprüft", sondern — nach Pflüger's Vorgang — mich jedesmal nach dem Versuche von der Gleichheit der Intensitäten der reizenden Ströme an einem in eine Nebenschliessung gestellten Multiplicator überzeugt. (pag. 6 des Sep. Abdr.)

Elektrodenpaare legte, welche bereits den auf Pergamentpapier liegenden Nerven aufgenommen hatten". — — — — „An beiden Stellen des Nerven war so die Nebenschliessung zu diesem eine so gute, dass seine verschiedene Dicke nicht in Betracht kommen konnte".

Die Hauptresultate, zu denen E. Tiegel gelangt, sind folgende. Die Reize von der oberen Reizstelle aus, waren bei ihm immer die wirksameren; und ausserdem hat er bemerkt, dass durch eine Reihe von elektrischen Reizen, besonders wenn diese starke Intensität hatten, die betreffende Stelle des Nerven minder fähig, mitunter sogar ganz unfähig wird, Reize, die von oben her kommen, weiter zu leiten, dass dieser Zustand verminderter Leistungsfähigkeit, wenn die Ströme nicht allzu stark waren, nach einiger Zeit wieder dem normalen Verhalten Platz macht und dass die Nervenstelle, welche sich in jenem Zustande befindet, trotzdem für direct an sie applicirte Reize empfänglich ist.

Ad 1. Den Grund für die Verwendung von Platinelektroden gibt E. Tiegel an einer späteren Stelle (pag. 605) „Anlegen von unpolarisirbaren Elektroden zum Reizen involvirt durch die nicht zu vermeidenden Widerstandsänderungen viel mehr Unregelmässigkeiten, als durch Umgehen der Polarisation ausgeschlossen werden". Auf eine Würdigung dieses Paradoxons gehe ich aus folgendem Grunde nicht ein. Die sorgfältigsten Untersuchungen ausgezeichneter Forscher haben den unersetzlichen Werth der unpolarisirbaren Elektroden constatirt. Man muss die Einführung derselben in die physiologische Technik als einen epochemachenden Fortschritt bezeichnen, und als solcher wird er auch von allen Physiologen meines Wissens anerkannt. Wenn Tiegel dessungeachtet jenen Ausspruch that, so wird er gewiss einen guten Grund dafür haben. Da er diesen Grund aber durchaus nicht angibt, so kann sich auch keine Discussion an die blosse Behauptung anknüpfen. Nur auf den einen Umstand möchte ich hinweisen, dass unpolarisirbare Elektroden dadurch, dass sie die Stromintensität mehr variiren als dies die Polarisation thäte, auch zum Ableiten von Strömen unbrauchbar wären. Sonach wäre eigentlich die ganze Nervenphysiologie einem erneuten Angriff mit Platindrähten zu unter-

ziehen — eine Aufgabe, die nicht nach Jedermanns Geschmack sein dürfte. Aber Entdeckungen wie die, dass Nerven um so mehr von ihren vitalen Eigenschaften einbüssen, je mehr man sie durch Elektrolyse in ihre chemischen Grundbestandtheile zerlegt, würden nicht ausbleiben.

Ad 2. Ich habe in meiner 1. Abhandlung ausdrücklich beschrieben, dass meine Versuche an dem im Oberschenkel liegenden Theil des Nerven gemacht sind. Tiegel konnte damals allerdings nicht wissen, wie wichtig diese Beschränkung für das Versuchsergebniss ist; aber ist es denn nicht unter allen Umständen selbstverständlich, dass man Versuche, die man nachmacht um sie zu widerlegen, genau nachmachen muss. Wenn mein Versuch am Oberschenkelnerven, so wie ich ihn beschrieben habe, rein und richtig ist, so beweist er, ganz abgesehen von den vorgebrachten Beweisen mit chemischen Reizen, die Ungültigkeit der Lehre vom Anschwellen der Reize im Nerven. Gegen die Richtigkeit meines Versuches folgt aus der Tiegel'schen Darstellung gar nichts, da er — gewiss nicht absichtlich — unter ganz anderen Bedingungen gearbeitet hat, als ich. Aber gegen die Reinheit meines Versuches wendet sich Tiegel mit einem Scheine von Recht, indem er behauptet, ich hätte jene, von ihm beobachtete Verminderung der Leitungsfähigkeit einer öfters gereizten Stelle, nicht berücksichtigt. Indem ich es dahin gestellt sein lasse, ob jene Erscheinung bloss von der Elektrolyse des mit Metallelektroden gereizten Nerven herrührt[1], oder ob ihr etwas Wirkliches zu Grunde liegt, welches letztere ich hiermit durchaus nicht in Zweifel gezogen haben will, will ich nur bemerken, dass ich durch die zahlreichen Variationen, in denen ich meinen Fundamentalversuch anstellte, einen derartigen Irrthum von vornherein ausgeschlossen habe. Um aus Vielem nur Eines herauszugreifen, möchte ich Tiegel fragen, wie er — die Richtigkeit seiner Beobachtung voraus-

[1] Dass die öfters gereizte Stelle ihre Empfindlichkeit für directe Reize beibehält, spricht durchaus nicht gegen die Möglichkeit einer solchen Erklärung, denn Stromschleifen mögen immerhin in noch nicht zersetzte Nerventheile hineinreichen. Übrigens mag diese Frage entschieden werden wie immer; sie berührt die von mir vorgebrachten Beweise gar nicht.

gesetzt — aus ihr das auf Pag. 10 (Sep.-Abd.) meiner 1. Abhandlung abgedruckte Myogramm erklären will. Er deutet allerdings den Versuch einer solchen Erklärung an, durch eine unbestimmte Hinweisung auf die wichtige Rolle, welche bei solchen Reizversuchen die von Fick[1] entdeckte „Lücke“, dass von Tiegel sogenannte „Intervall“ spielt. Es ist dies bekanntlich jene merkwürdige Erscheinung, dass innerhalb gewisser Grenzen für jede Stärke eines constanten, den Nerven durchfliessenden Stromes eine bestimmte Dauer der Schliessung existirt, bei welcher der Muskel nicht zuckt, während er zuckt, wenn derselbe Strom den Nerven während längerer oder kürzerer Zeit durchfliesst. Tiegel hat das Phänomen der Lücke auch bei inducirten Strömen aufgefunden[2]. Er sagt zwar selbst, dass er bei Anwendung einander entgegengesetzter Ströme zwischen beiden Richtungen nur quantitative Unterschiede gefunden habe, „an denen er kein gesetzmässiges Verhalten erkennen konnte“; und somit dürfte es ihm sehr schwer fallen, meinen Versuch ohne Weiteres aus dem Phänomen der Lücke zu erklären — ich will aber doch, nachdem mir dieser Einwand öffentlich gemacht worden ist, ihn direct durch die nochmalige Anführung folgender bereits im Texte erwähnter Versuche zurückweisen.

Es wird ein unpolarisirbares Elektrodenpaar in die Region des ersten oberen Poles gebracht. Nun beginnt man die secundäre Spirale aus grosser Entfernung der primären zu nähren, indem man den primären Strom jedesmal auf dieselbe Weise öffnet. Bei jeder Stellung der Spiralen wird einmal aufsteigend und einmal absteigend gereizt. Die absteigende Reizung wird zuerst wirksam und löst eine hohe, oft die maximale Zuckung aus, ehe die aufsteigende überhaupt eine Wirkung hat. Bei fortdauernder Annäherung der Spiralen an einander, wird endlich, nachdem die absteigende Zuckung längst schon maximal ist, auch die aufsteigende sich dem Maximum nähern und es schliesslich erreichen — aber so lange noch ein Unterschied zwischen beiden

[1] Fick: Untersuchungen über elektrische Nervenreizung, 1864.

[2] Tiegel: Weitere Untersuchungen über die Wirkung einzelner Inductionsschläge u. s. w., Arch. f. d. ges. Physiologie, XIII. Bd., 4. u. 5. Heft, pag. 272—284.

Zuckungen besteht, ist er immer zu Gunsten der absteigenden Stromrichtung. Das Umgekehrte findet man am unteren Pol. Da nun nach Fick's und Tiegel's übereinstimmenden Resultaten nur immer bei einer bestimmten Stromstärke das Phänomen der Lücke auftritt, sobald eine bestimmte Dauer des Stromes gegeben ist, so können unmöglich alle die gleichlautenden Resultate, die bei sehr verschiedenen Stromstärken gewonnen sind, sich aus der „Lücke“ erklären. Zur Illustration des eben Vorgebrachten diene der beistehende Holzschnitt. Das Myogramm ist gezeichnet von einem Muskel, dessen Nerv im ersten unteren Pol gereizt wurde. Die erste Reizung ist immer eine absteigende, die zweite aufsteigend bei derselben Stromstärke. Die Rollenabstände bei den einzelnen Gruppen waren die folgenden:

Bei Gruppe 1—23·0 Centimeter
„ 2—22·0 „
„ 3—21·0 „
„ 4—20·0 „
„ 5—19·0 „
„ 6—18·0 „

Fig. 3.

Das bei diesem Versuche benützte Schlitteninductorium habe ich nach der von mir angegebenen Methode[1] graduirt und es verhalten sich die Intensitäten der bei Rollendistanzen von 18 und 23 Centimetern inducirten Öffnungsschläge sehr näherungsweise wie 2 zu 1. Hiemit hoffe ich jedes Bedenken, welches aus der Beziehung meiner Versuche auf die Lücke stammen könnte, beseitigt zu haben, abgesehen davon, dass überhaupt Nichts über das Verhalten der Lücke bekannt ist, was in irgend einer Beziehung zu ihnen steht.

Zu den Punkten 3 und 4 habe ich Nichts zu bemerken. Folgende Betrachtung aber kann ich zum Schlusse nicht unterdrücken. Tiegel gibt mir (l. c. pag. 604) die Lehre: „Indem wir so der, wie ich denke, schon sehr alten Regel genügen, dass bei Reizversuchen jede Zuckung, aus der man etwas folgern will, zwischen zwei Controllzuckungen zu stehen habe, schützen wir uns vor groben Täuschungen“. Das ist gewiss richtig. Aber es

[1] E. Fleischl: Über die Graduirung elektrischer Inductionsapparate. D. Ber. 1874, LXXII. Bd.

genügt nicht. Denn nicht nur Zuckungen, sondern noch manches Andere muss man unter gehörige Controlle stellen, wenn man nicht gelegentlich arg irregehen will.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 stellt eine Pinselelektrode im Längsschnitt dar.

a — Pinsel,
b—*b* — das an ihm gelassene Stück Federpose,
c — die Lackfassung,
d — das Gypsdiaphragma,
e — das Glasrohr.

Fig. 2. Eine Pinselelektrode in dem bleiernen Elektrodenträger befestigt.

Fig. 3. Myogramm bei spielender Feder des Magnetelektromotors geschrieben. Der absteigende Strom im oberen Pol *(O)* und der aufsteigende im unteren *(U)* erregen Zuckung und unterhalten bei ihrer Wiederholung Tetanus; während bei umgekehrter Anordnung selbst eine rasche Schlagfolge keine Wirkung auf den Muskel äussert.

Fig. 4 stellt das Resultat der Abtastung eines von der Wirbelsäule bis zum Muskel frei präparirten Nerven dar. Jede der 6 Gruppen besteht aus zwei Zuckungen, die entgegengesetzten Reizen entsprechen, deren Richtung im Nerven durch die Pfeile ersichtlich gemacht ist. Zwischen Gruppe 3 und 4 liegt der Folgepunkt (Abgang der Oberschenkeläste); Gruppe 2 ist genau vom oberen Äquator aus geschrieben; Gruppe 5 entspricht ungefähr dem untern Äquator (die Elektroden lagen nur etwas zu hoch); Gruppe 1 und 4 sind von den oberen, 3 und 6 von den unteren Polen aus geschrieben. Die Lagerungen der Elektroden beim Schreiben dieser 6 Gruppen macht folgende Tabelle ersichtlich.

Die gereizte Stelle, (ihre Mitte) lag bei

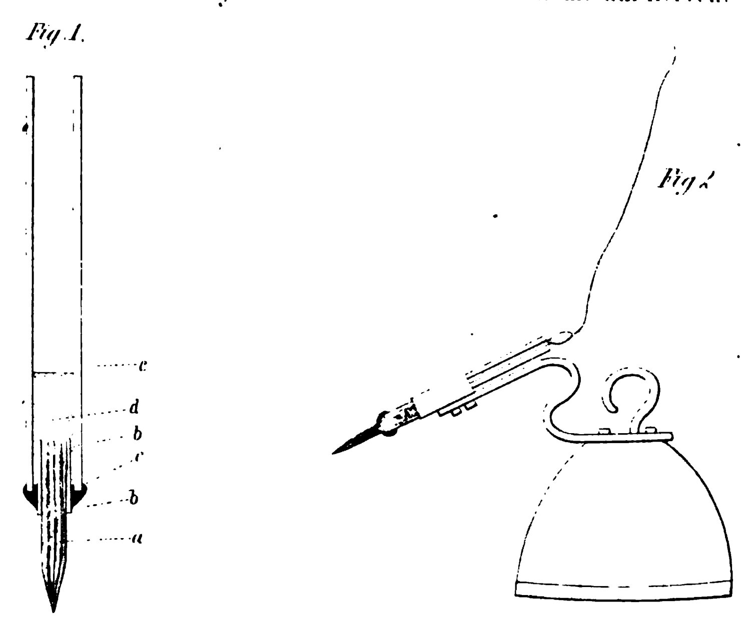
Gruppe 1— 6·0 Mm. unter dem Austritt a. d. Wirbelsäule,
„ 2—11·0 Mm. „ „
„ 3—18·0 Mm. „ „
„ 4—26·5 Mm. „ „
„ 5—36·0 Mm. „ „
„ 6—45·0 Mm. „ „

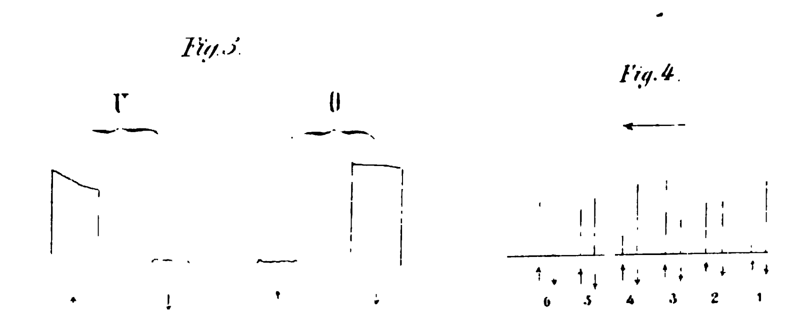
Die Länge des ganzen Nerven betrug 51 Mm.

Tafel zur Abhandlung.

Dr. E. v. Fleischl. Untersuchung über die Gesetze der Nervenerregung

II. Über die Wirkung secundärer electrischer Ströme auf Nerven.





XXIV. SITZUNG VOM 16. NOVEMBER 1876.

Das w. M. Dr. Steindachner übersendet den dritten Theil einer Abhandlung über die Süsswasserfische des südöstlichen Brasilien.

Herr Prof. A. Schrauf in Wien übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Mineralogische Beobachtungen. VI. Reihe. Morphologische Studien an der Mineralspecies Brookit".

Das w. M. Prof. Brücke überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Über das Absorptionsspectrum des übermangansauren Kali und seine Benützung bei chemisch analytischen Arbeiten".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impérial des Sciences de St. Pétersbourg: Bulletin Tome XX, Nr. 3—4. (Feuilles 22—36); Tome XXI, Nr. 1—4. (Feuilles 1—27); Tome XXII, Nr. 2. (Feuilles 14—29). St. Petérsbourg 1875—1876; 4°. — Mémoires. Tome XXII, Nr. 4—10. Tome XXIII, Nr. 1. St. Pétersbourg 1875 & 1876; 4°. — Repertorium für Meteorologie. IV. Band, 2. Heft, St. Petersbourg, 1875; 4°. — Tableau Général méthodique et alphabétique des matières contenues dans les publications. 1e Partie. Publications en langues étrangères. St. Pétersbourg, 1872; 8°. Riga, Odessa, Leipzig.

Akademie, königl. Schwedische der Wissenschaften: Öfversigt af Förhandlingar. 32. Årgången, 1875. 33. Årg. Nr. 2 o. 3, 1876; Stockholm 1875—1876; 8°. — Bihang till Handlingar. 3. Band, Nr. 1. Stockholm 1875; 8°. Observations Météorologiques Suédoises. Vol. 15, 2e série: Vol. I. 1873. Stockholm, 1876; 4°. Études sur les Échinoïdées par S. Lovén. Band 11. Nr. 7. Stockholm, 1875; 4°. — Handlingar. XI. Band, 1872. Stockholm 1873—75; 4°. — Eugenies Resa. Heft 13—14 Stockholm, 1858—1874; 4°.

Annales météorologiques de l'Observatoire Royal de Bruxelles. Par A. Quetelet. 1874 & 1875. VIIIe—IXe Année. Bruxelles, 1875 & 1876; 4°.

Anstalt, Königl. ungar. geologische: Évkönyve. IV. Kötet. 4. Füzet. Budapest, 1876; 8°.

Bureau de la recherche géologique de la Suede: Gumaelius Otto, Om Malmlagrens Åldersföljd och deras Användan de Såsom Ledlager. Stockholm 1875; 8°. — Beskrifning till Kartbladet „Nora" (Nr. 56). Stockholm, 1875; 8°. — Hummel, David, Om Sveriges Lagrade Urberg jeenfödra med Sydvestra Europas. Stockholm, 1875; 8°. — Linnarsson, G. Beskrifning till Kartbladet „Latorp" (Nr. 55). Stockholm, 1875; 8°. — Stolpe M. Beskrifning till Kartbladet „Reseberga" (Nr. 54). — Ternebohm, A. E. — Geognostisk Beskrifning ofver Persbergets Grufvefält. Stockholm, 1875; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nr. 16—17. Paris, 1876; 4°.

Geological Survey of the Territories: Report. Department of the Interior. Volume II. Washington, 1875; 4°.

— and Geographical Survey of the Territories: Annual Report for the year 1874. Washington, 1876; 8°.

Gesellschaft, naturwissenschaftliche zu Chemnitz: Fünfter Bericht vom 1. Jänner 1873 bis 31. December 1874. Chemnitz, 1875; 8°. — Kramer, Franz: Phanerogamen-Flora von Chemnitz und Umgegend. Chemnitz, 1875; 4°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 19. Wien, 1876; 4°.

— Schlesische für vaterländische Cultur: 53. Jahresbericht; Jahr 1875. Breslau, 1876; 4°.

— Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 9. Heft. März 1876. Yokohama; 4°. — Arendt C.: Das schöne Mädchen von Pao. Yokahama; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 40—43. Wien, 1876; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 41—44. Wien, 1876; 4°.

Instituut, k. Nederlandsch meteorologisch: Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1871. 23. Jaargang. 2er Deel. Utrecht, 1875; Quer-4°. — Des Hauteurs Barométriques moyennes dans L'Océan Atlantique. Utrecht, 1876; Folio.

Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. XIV, 5. & 6. Heft Leipzig, 1876; 8°.

Ludwig, C. Dr.: Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. X. Jahrgang, 1875. Leipzig, 1876; 8°.

Nature. Nr. 366 & 367, Vol. XV. London, 1876; 4°.

Naval Observatory, United States: Astronomical and meteorological Observations made during the year 1873. Washington, 1875; 4°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". VIe Année, 2e Série, Nrs. 19—20. Paris, 1876; 4°.

Smithsonian Institution: Annual Report of the Board of Regents for the year 1874. Washington, 1875; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1876; 4°.

Über das Absorptionsspectrum des übermangansauren Kali und seine Benützung bei chemisch-analytischen Arbeiten.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

Es ist bekannt, dass sehr verdünnte Lösungén von übermangansaurem Kali nicht wie concentrirtere ein breites Absorptionsband zeigen, welches das ganze Grün und einen Theil des Blau wegnimmt, sondern fünf getrennte Streifen, von denen der erste unweit *D*, der letzte bei *F* zu suchen ist, und der mittlere zwischen *E* und *b* liegt. Die drei mittleren Streifen sind bedeutend dunkler als der erste und der letzte.

Diese Streifen zeigen sich bei zunehmender Verdünnung sehr haltbar und die letzten Reste derselben, namentlich den zweiten und dritten Streifen und den Zwischenraum, der sie trennt, nimmt man fast so lange wahr, als man an der Flüssigkeit noch eine röthliche Färbung unterscheidet. Man kann hieraus in einzelnen Fällen Nutzen ziehen. Wenn man mit übermangansaurem Kali in farblosen Flüssigkeiten titrirt, wird man sich freilich lediglich durch die rothe Farbe des Reagens leiten lassen; beim Arbeiten mit farbigen Flüssigkeiten aber kann das Spectroscop noch Auskunft geben, wo das blosse Auge uns nicht mehr hinreichend sicher leitet.

Grosse Spectroskope mit mehreren in ein und demselben Sinne wirkenden Prismen, die das Spectrum zu grosser Länge auseinanderzerren, sind für unseren Zweck nicht günstig; die Streifen sind in solchem Spectrum breit, aber blass, und verschwinden bei zunehmender Verdünnung früher als in kürzeren Spectren. Ich bediene mich eines kleinen Handspectroskops à vision directe von Steinheil in München. In Ermangelung eines solchen kann man sich mit einem gewöhnlichen Glasprisma mit

einer brechenden Kante von etwa 60° in folgender Weise helfen. Man giesst die zu untersuchende Flüssigkeit in ein Glas mit ebenen Wänden, stellt dasselbe gegen das Licht und befestigt unmittelbar an der dem Beobachter zugewendeten Wand des Glases ein schwarzes Papier, in das man einen schmalen, geraden Schlitz geschnitten hat. Diesen betrachtet man durch das Prisma aus der Entfernung des deutlichen Sehens. Besser ist es freilich, sich eines geeigneten Spectroskops zu bedienen, schon desshalb, weil man dann während der Beobachtung durch Erweitern und Verengern des Spaltes das Licht reguliren kann.

Ich will jetzt an einigen Beispielen zeigen, wie die Beobachtung der erwähnten Streifen nützen kann.

Eisen.

Es soll in einer Lösung eines Eisenoxydsalzes eine verhältnissmässig geringe Beimischung von Eisenoxydulsalz quantitativ bestimmt werden.

Hier darf man begreiflicher Weise nicht zu stark verdünnen, weil dann durch Multiplication der Fehler zu sehr vergrössert werden würde. In der gelben Flüssigkeit bringt ein kleiner Rest von übermangansaurem Kali nur eine unbedeutende Farbenveränderung hervor, die nicht hinreicht, um die Flüssigkeit von einer reinen aber etwas concentrirteren Lösung sicher zu unterscheiden. Die Beobachtung mittelst des Spectroskops zeigt aber die characteristischen Absorptionsstreifen, die durch Zusatz einer Eisenoxydullösung wieder zum Verschwinden gebracht werden können, womit man zugleich, wenn diese Lösung titrirt ist und in gemessener Menge zugesetzt wird, den Ueberschuss zurückmisst.

Ich brauche nicht zu erwähnen, dass hier der Rothblinde mit derselben Sicherheit titrirt wie der Normalsichtige.

Auch kann die Lösung für die optische Untersuchung niemals zu concentrirt und niemals zu verdünnt sein, da man immer die Dicke der Schicht reguliren kann, durch welche man hindurchsieht. Man könnte ein für alle Male keilförmige Gefässe anwenden, um sich während der Beobachtung die passende Dicke der Schicht aussuchen zu können.

Jod.

Eine von Hempel angegebene Methode, gebundenes Jod mittelst übermangansauren Kalis zu bestimmen, beschreibt und kritisirt Mohr (Lehrbuch der Titrirmethode, 4. Auflage, S. 246) folgendermassen: „Wenn man zu einer mit Schwefelsäure in geringem Überschusse vesetzten Lösung von übermangansaurem Kali ein lösliches Jodmetall bringt, so schlägt sich in ein bis zwei Minuten ein Oxyd des Mangans nieder und alles Jod ist, wenn Übermangansäure im Überschuss vorhanden war, in Jodsäure verwandelt. Hat man aber einen grossen Überschuss von verdünnter Schwefelsäure angewendet, so scheidet sich kein niederes Oxyd aus und die Flüssigkeit bleibt vollkommen durchsichtig aber roth gefärbt. Eben dasselbe findet statt, wenn man zur Lösung des Jodmetalls viel verdünnte Säure und dann allmälig die Lösung von Übermangansäure hinzusetzt, so dass die letztere vorwaltet, was man leicht an der bleibend rothen Farbe und daran erkennt, dass die Flüssigkeit nicht mehr nach Jod riecht. Die Zersetzung ist folgende:

$$J+Mn_2O_7+2SO_3 = JO_5+2(MnO, SO_3);$$

bei Jodwasserstoff:

$$5HJ+6(Mn_2O_7)+12SO_3 = 5JO_5+5HO+12(MnO,SO_3).$$

Man hätte also nur den Überschuss von Übermangansäure zu bestimmen um zu erfahren, wie viel davon zersetzt war."

„Bei den von mir mit dieser Methode angestellten Versuchen" (fährt Mohr fort) „erhielt ich keine günstigen Ergebnisse. Die Versuche von Hempel sind mit so kleinen Mengen Substanz angestellt, dass, wenn die Versuche mit grösseren nicht gelängen, die Brauchbarkeit der Methode schon sehr beschränkt wäre. Bei Quantitäten von 0·2 g Jodkalium entstand selbst bei viel freier Schwefelsäure ein brauner Niederschlag, welcher jedes Erkennen verhinderte, und da das Chamäleon in starker Verdünnung von selbst in kurzer Zeit verschwindet, so blieb man über die vollständige Zersetzung ungewiss. Auch wollte die trübe Flüssigkeit sich durch Kleesäure nicht vollständig aufhellen und klären."

„W. Reinige[1] schlägt vor, diese Bestimmung ohne Zusatz von Säure in neutraler oder alkalischer Flüssigkeit zu machen. Es bleibt dann nothwendig der ganze Niederschlag von Manganoxyd ungelöst, und die Erscheinung ist noch trüber.“

„Gebundenes Jod lässt sich so leicht durch Eisenchlorid austreiben und dann direct messen, dass beide Methoden daneben keine Anwendung finden können.“

Wenn man zu einer mit Schwefelsäure gut angesäuerten Lösung von Jodkalium übermangansaures Kali in kleinen Portionen hinzufügt, so entsteht anfangs kein Niederschlag, die Flüssigkeit färbt sich von Jod, das im Rest des Jodkaliums gelöst bleibt, und von unseren charakteristischen Spectralstreifen ist nie etwas zu sehen, weil die Zersetzung des Reagens ganz plötzlich erfolgt, nicht weil die Jodfärbung ein absolutes Hinderniss für das Erkennen wäre, denn diese absorbirt nur das Violett und Blau und den diesem zunächst liegenden Theil des Grün.

Nachdem man weiter von dem Reagens hinzugefügt hat, entsteht, wenn die Jodkaliumlösung nicht sehr verdünnt war, ein Niederschlag. Er besteht aus Jod, das sich ausschied, weil nicht mehr genug Jodkalium zu seiner Lösung vorhanden war, und kann durch Zusatz von viel Wasser wieder aufgelöst werden. Setzt man nun weiter vom Reagens hinzu, so zeigt die Flüssigkeit bald eine auffällige Veränderung. Während sonst die Farbe des zugesetzten Reagens sofort verschwand, bleibt die Flüssigkeit jetzt eine Weile deutlich geröthet, so dass man vermuthen muss, die Reaction gehe langsamer von Statten. Die spectroskopische Untersuchung bestätigt dies, sie lässt in der ersten Minute nach Zusatz des Reagens die Absorptionsstreifen, soweit sie nicht durch die Jodabsorption verdeckt sind, deutlich erkennen. Später im Verlaufe der Arbeit verlangsamt sich die Reaction noch mehr, und man kann durch Verdünnen der Flüssigkeit alle fünf Absorptionsstreifen zur Anschauung bringen.

Es scheint, dass dieser auffallende Wechsel den Zeitpunkt bezeichnet, wo alles Jod frei gemacht ist, und von dem an der

[1] Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie IX. p. 39.

übertragbare Sauerstoff des Reagens dazu verwendet wird, Jod zu Jodsäure zu oxydiren.

Wenn dieser Wechsel eben eingetreten ist, und man eine etwas grössere Menge des Reagens zugesetzt hat, ist die Farbe sehr tief und feurig, und wenn man dann das Spectrum untersucht, so sieht man nur das rothe Ende bis wenig über *D* hinaus. Da das übermangansaure Kali nur in sehr grosser Verdünnung seine fünf Streifen zeigt, sonst aber ein breites Absorptionsband, welches das ganze Grün und einen Theil des Blau wegnimmt, und da das Jod an und für sich schon alles Violett und Blau und einen Theil des Grün absorbirt, so hat die combinirte Wirkung beider den ganzen Rest des Spectrums ausgelöscht.

Später erscheint die Farbe nicht mehr so feurig, es tritt in der ganzen Flüssigkeit eine sehr feine aber mit weiterem Zusatz des Reagens immer mehr und mehr zunehmende Trübung ein. Wenn man jetzt Proben aus der Flüssigkeit heraushebt, so findet man, dass sie weder durch viel Wasser noch durch weiteren Zusatz von verdünnter Schwefelsäure, wohl aber durch Oxalsäure vollständig geklärt werden.

Wenn man das übermangansaure Kali von Zeit zu Zeit in kleinen Portionen und immer erst, wenn die Absorptionsstreifen vollständig verschwunden sind, hinzusetzt: so bemerkt man, dass die Flüssigkeit immer mehr verblasst, ihre gelbe Jodfarbe verliert, und die Reaction sich immer mehr verlangsamt. Selbst wenn nur so wenig Reagens zugesetzt ist, als nothwendig um die Streifen gut und deutlich zu erkennen, lassen sie sich noch zwei bis drei Minuten lang wahrnehmen. Endlich hat sich die Flüssigkeit vollständig entfärbt und kann mit einem Überschusse des Reagens stundenlang stehen, ohne dass derselbe verschwindet.

Wenn man eine reine wässrige Jodlösung ebenso behandelt, sind die Erscheinungen dieselben; es fehlen nur die der ersten Hälfte der Reaction, welche dem Freiwerden des Jods in der Flüssigkeit angehörten. Auch hier tritt eine Trübung ein, nicht gleich zu Anfang, aber im Verlaufe der Operation.

Überblickt man diesen Verlauf, so ist das erste Hinderniss die eintretende Trübung. Mit Oxalsäure darf man nicht klären, weil sie selbst das Reagens zersetzt. Allerdings kann man trotz

der Trübung das Spectrum beobachten, wenn man hinreichend verdünnt, oder besser, die Schicht, durch welche man hindurchsieht, hinreichend verkürzt; aber man darf sich nicht darüber täuschen, dass man hiermit auch die Grösse des Überschusses an Reagens, der der Beobachtung möglicherweise entgehen kann, vergrössert.

Das zweite Hinderniss für den gewöhnlichen Gang des Titrirens ist die im Verlaufe der Arbeit eintretende Verlangsamung der Reaction. Man ist durch dieselbe wieder auf den ursprünglichen Vorschlag von Hempel zurückgewiesen, das Reagens im Überschusse zuzusetzen und den Überschuss nach beendigten Reaction zurückzumessen. Man wird dabei, wie mir scheint, am besten folgendermassen verfahren: Man setzt der Jodkaliumlösung vom Reagens hinzu, bis sich Jod ausscheidet, das sich nicht mehr durch blosses Schütteln oder Umrühren wieder auflöst; man löst es durch Wasserzusatz auf, setzt wieder vom Reagens hinzu und fährt so fort, bis der früher erwähnte Wechsel eintritt, dann setzt man Reagens im Überschusse zu und liest die ganze Menge desselben ab, welche man verbraucht hat. Die Flüssigkeit bedeckt man und setzt sie an einen kühlen und dunkeln Ort, um die Senkung der sich schwer absetzenden Trübung zu befördern. Nach ein oder zwei Stunden hebt man von der sich bildenden klaren Schicht eine gemessene Quantität ab und titrirt sie. Aus dem Titer der Probe und dem Gesammtvolum der Flüssigkeit berechnet man den Überschuss, den man an übermangansaurem Kali hinzugesetzt hat. Die Probe braucht nicht einmal ganz klar zu sein. In der nunmehr lediglich von übermangansaurem Kali gefärbten Flüssigkeit täuscht man sich auch bei einer mässigen Trübung nicht über die Endreaction. Vielleicht wird es durch einige Übung und mit Benützung des Spectroscops gelingen den Wendepunkt, bei dem die Zersetzung des Jodkaliums aufhört und die Oxydation des Jods beginnt, jedesmal scharf zu bestimmen. Sollte sich hierin hinreichende Genauigkeit erzielen lassen, so würde nicht nur die Bestimmung des gebundenen Jods sehr vereinfacht sein, sondern man würde auch in einer Jodkaliumjodlösung durch eine einzige Operation die Menge des freien und des gebundenen Jods bestimmen können, oder, vielleicht richtiger, die ganze Menge des Jods

und die Menge des bindenden Äquivalents.[1] Man würde bis zum Wendepunkte titriren, dann ablesen, wieviel übermangansaures Kali man verbraucht hat, und weiter arbeiten in der früher beschriebenen Weise, um die ganze Menge des Jods zu bestimmen.

Kobalt.

Die Anwesenheit von Co O Verbindungen in mit übermangansaurem Kali zu titrirenden Flüssigkeiten galt bisher für ein Hinderniss, weil die Lösungen dieser Verbindungen in ähnlicher Weise roth sind wie sehr verdünnte Chamäleonlösungen. Dieses Hinderniss besteht nicht mehr, wenn man das Spectrum untersucht. Die Kobaltoxydulsalze, die ich untersucht habe, zeigten in ihrer mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung eine Absorption im Blau und Grün, welche dem Erkennen der fünf Streifen nicht gerade förderlich war, dasselbe aber auch keineswegs ganz verhinderte. In concentrirten Kobaltlösungen erkennt man allerdings nur den ersten neben *D* und ausserhalb der Absorptionszone des Kobaltoxyduls liegenden Streifen. Der Gehalt an übermangansaurem Kali muss dann etwas grösser sein, um erkannt zu werden, weil dieser Streifen schwächer ist, als die mittleren. In verdünnten Kobaltlösungen aber lassen sich alle fünf Streifen auf das schönste darstellen. Bei der viel stärkeren und schärfer begrenzten Absorption des übermangansauren Kalis lassen sich noch immer sehr kleine Mengen desselben neben verhältnismässig grossen Mengen von Kobaltoxydul durch das Spectroskop entdecken. Ich habe dies am Acetat und am Nitrat beobachtet. Mit letzterem habe ich noch folgenden Versuch angestellt. Ich bereitete davon eine lichtrothe Lösung, einen Theil derselben verdünnte ich mit Wasser und fügte ihm

[1] Ich sage dies mit Rücksicht auf eine mögliche stöchiometrische Verbindung in der Jodkalium-Jod-Lösung, für deren Annahme nicht nur allgemeine Gründe sprechen, sondern auch die auffallende Farbenveränderung, die in einer reinen wässerigen Jodlösung dadurch hervorgebracht wird, dass man Jodkalium in ihr auflöst, eine Veränderung, die z. B. schwefelsaures Natron, salpetersaures Natron und salpetersaures Kali nicht hervorbringen. Chlornatrium bringt sie hervor; es bedarf aber davon einer viel grösseren Menge.

dann so viel von einer verdünnten Chamäleonlösung hinzu, dass die neue Flüssigkeit wieder ebenso tief gefärbt war, wie der Rest der alten. Sie unterschied sich von dieser für das blosse Auge nur dadurch, dass ihre Farbe um ein sehr geringes mehr ins Violett zog; für die spectroskopische Untersuchung aber war der Unterschied sehr auffallend, indem alle fünf Absorptionsstreifen deutlich zu sehen waren.

Kobaltoxydul zersetzt an und für sich in mit Schwefelsäure angesäuerten Lösungen das übermangansaure Kali bei gewöhnlicher Zimmertemperatur nicht, oder doch, wenn es ja der Fall sein sollte, so langsam, dass es für praktische Zwecke nicht in Betracht kommt. Ich habe in einer verdünnten Lösung von Kobaltnitrat einen kleinen Zusatz von übermangansaurem Kali Tage lang durch das Spectroskop erkennen können. Man kann eine mit Schwefelsäure angesäuerte und mit übermangansaurem Kali versetzte Lösung von Kobaltnitrat sogar bis zum Sieden erhitzen, ohne dass die Absorption der einen oder der anderen Substanz aus dem Spectrum verschwindet. Dagegen hat C. Winkler bekanntlich zur Bestimmung des Kobalts eine Methode angegeben, die auf der Oxydation von Kobaltchlorür durch übermangansaures Kali unter gleichzeitiger Anwesenheit von Quecksilberoxyd beruht.[1]

---

[1] Journal für praktische Chemie LXXXVIII., p. 486. Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie III, p. 266. Mohr Lehrb. d. Titrirmethode, 4. Auflage, p. 248.

XXV. SITZUNG VOM 23. NOVEMBER 1876.

Der steiermärkische Landesausschuss dankt für die über sein Ansuchen der Landes-Oberrealschule zu Graz, dann den l. Realgymnasien zu Leoben und Pettau zugestandene Betheilung mit dem akademischen Anzeiger und die den letzteren beiden Anstalten bewilligten Separatabdrücke aus den periodischen Schriften.

Herr Lin. Schiffslieutenant Carl Weyprecht übermittelt eine Abhandlung: „Über die magnetischen Beobachtungen der österreichisch-ungarischen Polarexpedition 1872, 1873 u. 1874".

Das c. M. Herr Prof. Lieben übermittelt eine Abhandlung des Herrn Eugen Kisielinski in Lemberg: „Über die Einwirkung von Brom auf Succinimid und eine neue Bildungsweise der Fumarsäure".

Herr Eugen Goldstein in Berlin übersendet eine Abhandlung: „Über einige Erscheinungen in Geissler'schen Röhren".

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine weitere Mittheilung über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Explosionsschallwellen.

Von dem Leiter des k. k. forstlichen Versuchswesens in Wien, Herrn Reg. Rath Dr. A. Freihern v. Seckendorff, wurde im Namen der Erben des verstorbenen Adjuncten dieser Anstalt Dr. Wilhelm Velten an die k. Akademie das Ansuchen gerichtet, es möge das bei derselben unter dem 27. April l. J. von Dr. Velten zur Wahrung seiner Priorität deponirte versiegelte Schreiben eröffnet und der Inhalt desselben eventuell publicirt werden.

Diesem Ansuchen entsprechend wurde das bezeichnete Schreiben eröffnet; es enthielt drei Arbeiten des Herrn Dr. W. Velten, welche folgende Titel führen:

1. „Über die Fortführung materieller Theilchen durch den elektrischen Strom".
2. „Über das polare und magnetische Verhalten von Pflanzenzellen".
3. „Über das magnetische Verhalten von Zelleninhaltstheilen".

Der Secretär überreicht eine Abhandlung: „Über das Wärmeleitungsvermögen des Hartgummi".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Fisio-Medico-Statistica di Milano. Atti. Milano, 1876; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. dänische, in Kopenhagen: Översigt 1875, Nr. 2 & 3; 1876, Nr. 1. Kopenhagen; 8°. — Johnstrup F.: Om Fugtighedens Bewaegelse i den naturlige Jorbund. Kopenhagen, 1866; 4°. — Petersen, P.: Skildring af Danmarks Fugtighedsforholde. Kopenhagen, 1853; 4°. — Colding A.: Resultaterne af nogle Jagttagelser over forskjellige Fugtighedsforhold i Omegnen af Kjobenhavn, 1866; 12°. — Resultaterne af nogle Andersogelser over Grundvandets Bevaegelse i Jarden. Kjobenhavn, 1872; 12°.

— Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XII. Nr. 19—20. Dresden; 4°.

Annales des mines. VII[e] Série. Tome IX. 3[e] Livraison de 1876. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 31—32. Wien, 1876; 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles: Bibliothèque universelle et Revue suisse. Nouvelle période. Tome LVII. Nr. 225. Genève, 1876; 8°.

Central-Anstalt, k. ungar., für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. IV. Band. Jahrgang 1874. Budapest, 1876; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nrs. 18—19. Paris, 1876; 4°.

Gasthuis, Nederlandsch over Ooglijders: Zeventiende Jaarlijksch Verslag. Utrecht, 1876; 8°.

Geological Survey of India: Memoirs. Vol. XI, Pt. 2. 8⁰. — Palaeontologia Indica, Jurassic Fauna of Kutsh. Vol. I. 4. Calcutta, 1875; 4⁰. — Becords. Vol. IX. Part 1. 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 15. Berlin, 1876; 8⁰.

— Physikal.-medizinische in Würzburg: Verhandlungen. N. F. X. Band, 4. Heft. Würzburg, 1876; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 44—46. Wien, 1876; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 45—47. Wien, 1876; 4⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, von C. Ohrtmann, F. Müller, A. Wangerin, VI. Band. Jahrgang 1874, Heft 3. Berlin, 1876; 8⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1876. Juni bis October-Heft. Wien; 8⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrg. 1876. 10. Heft, Wien; 8⁰.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 3ᵉ Série. Tome VI. 419ᵉ Livraison. Paris, 1876; 8⁰.

Nature. Nr. 368, Vol. XV. London, 1876; 4⁰.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. X, Nr. 5. Torino, 1875; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. VIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 21, Paris, 1876; 4⁰.

Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Nr. 2. Trieste, 1876; 8⁰.

— degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1876. Dispensa 9ᵃ. Palermo; 4⁰.

Societät, physikal.-medicin., zu Erlangen: Sitzungsberichte. 8. Heft. Nevember 1875 bis August 1876. Erlangen, 1876; 8⁰.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXIII. 1876. Paris; 8⁰.

— Entomologique de Belgique: Compte rendu. Serie 2. Nr. 30. 8⁰.

Société Géologique de France: Bulletin. 3e Serie. Tome III. Paris, 1875 & 1876. Tome IV. Nr. 4 & 5. Feuilles 17—23. Paris, 1875 & 1876. 8°.

— des Sciences de Nancy: Bullettin. Série II. Tome I. fascicule III. 8e année. 1875. Paris, 1876; 8°.

Stockwell, Inv. N. M. A.: Theory of the Moon's Motion. Philadelphia, 1875; 8°.

Topographical Survey of the Adirondack Wilderness of New-York for the year 1873: Report. Albany, 1874; 8°.

Verein für die deutsche Nordpolfahrt in Bremen. Forschungsreise nach Westsibirien 1876. VII u. VIII. Bremen; 8°.

— Entomologischer, in Berlin: Zeitschrift. XX. Jahrgang. (1876). 2. Heft. (S. 1—26, 209—400). London, Berlin, Paris, 1876; 8°.

— für siebenbürgische Landeskunde. Jahresbericht für das Vereinsjahr 1874/75. Hermannstadt. 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XLVI. Band, 1. Heft. (Jahrgang 1876. III.) Wien, 1876; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 47. Wien, 1876; 4°.

Zoologische Station in Neapel: Erster Jahresbericht. Leipzig, 1875; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXVI. SITZUNG VOM 7. DECEMBER 1876.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 8. November d. J. zu Dorpat erfolgten Ableben des Ehrenmitgliedes der Classe des kais. russischen Geheimrathes Karl Ernst v. Baer.

Die anwesenden Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt Fortsetzungen der Generalkarte von Mitteleuropa, und zwar 12 Blätter der provisorischen Ausgabe, enthaltend die Länder Serbien, Bosnien, Herzegowina und Montenegro, ferner weitere 6 Blätter der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie von den Umgebungen Wiens nebst einer Karte des Ortler-Gebirges und einer Karte der Dolomit-Gruppen.

Herr Ottomar Novák, Assistent für Paläontologie am Nationalmuseum zu Prag, übersendet zu seiner für die Denkschriften bestimmten Abhandlung, betitelt: „Beitrag zur Kenntniss der Bryozoen der böhmischen Kreideformation" die zweite Abtheilung, welche die Cyclostomata behandelt.

Herr Linienschiffslieutenant H. Končicky in Pola übermittelt eine Abhandlung unter dem Titel: „Studien über die geologische Entstehung und fortschreitende Weiterentwicklung des nordalbanesischen Küstenlandes".

Das c. M. Herr Prof. E. Mach übersendet eine Arbeit des Herrn W. Rosický, Assistent an der Universität zu Prag, betitelt: „Neue Beobachtungen über Geissler'sche Röhren".

Das w. M. Herr Prof. E. Suess überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. H. Höfer in Klagenfurt über das Erdbeben von Belluno am 29. Juni 1873.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. Part I—III. 1875. Philadelphia, 1875 & 1876; 8°.

— of Science of St. Louis: The Transactions. Vol. III. Nr. 3. St. Louis, 1876; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Schwedische. Öfversigt af Förhandlingar. 33. Årgången. Nr. 4 & 5. Stockholm, 1876; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen u. historischen Classe. 1876. Bd. I, Heft 3. München, 1876; 8°.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juli 1876. Berlin, 1876; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrg. (1876), Nr. 33 & 34. Wien, 1876; 8°.

Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen. III. Band. II. Abtheilung. 3. Heft. Prag, 1876; 4°.

Astronomische Nachrichten. (Bd. 88. 20—23.) Nr. 2108—2211. Kiel, 1876; 4°.

Bärenbach, Friedrich v.: Herder als Vorgänger Darwins und der modernen Naturphilosophie. Beiträge zur Entwicklungslehre im 18. Jahrhunderte. Berlin, 1877; 8°.

Clausius, R.: Über die Behandlung der zwischen linearen Strömen und Leitern stattfindenden ponderomotorischen und elektromotorischen Kräfte nach dem elektrodynamischen Grundgesetze. Bonn; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nr. 20 & 21. Paris, 1876; 4°.

Franchini Giuseppe: La Terra non gira intorno al Sole. Napoli, 1876; 4°.

Fresenius, R. Dr. Analyse der warmen Quelle zu Assmannshausen. Wiesbaden, 1876; 8°. — Chemische Analyse der Mineralquelle bei Biskirchen im Lahnthale. Wiesbaden, 1876; 8°. — Analyse der Mineralquelle bei Birresborn in der Eifel. Wiesbaden, 1876; 8°. — Analyse der fünf Eisenquellen in Bad Neudorf in Böhmen. Wiesbaden, 1876; 8°.

Geological and Geographical Survey of the Territories of the United States: Bulletin. Vol. II. Nr. 2 & 3. Washington, 1876; 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 16 & 17. Berlin, 1876; 8⁰.

— Naturforschende, in Zürich: Vierteljahrsschrift. 19. Jahrg. 1.—4. Heft. Zürich, 1874; 8⁰. — 20. Jahrg, 1.—4. Heft. Zürich, 1875; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 20—22. Wien, 1876; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 47 & 48. Wien, 1876; 4⁰.

Gradmessung, Europäische: Verhandlungen der vom 20.—29. September 1875 in Paris vereinigten permanenten Commission zugleich als Generalbericht für das Jahr 1875. Berlin, 1875; 4⁰.

Ingenieur- & Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang. Nr. 48 & 49. Wien, 1876; 4⁰.

Institut, k. k. militär-geographisches: Provisorische Ausgabe der Serbien, Bosnien, Herzegowina und Montenegro enthaltenden Blätter der Generalkarte von Central-Europa im Masse von 1:300.000 d. N. 12 Blätter Umgebung Wiens, 6 Blätter. — Ortler Dolomit. Gruppen von Ampezzo, Buchenstein, Cadore, Enneberg, Höllenstein, Pragser und Sexton.

— königl. preussisches, geodätisches: Das Präcisions-Nivellement. I. Band. Arbeiten in den Jahren 1867—1875. Berlin, 1876; 4⁰. Massvergleichungen. 2. Heft. Berlin, 1876; 4⁰. — Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1875. Berlin, 1876; 4⁰.

— geodätisches: Das rheinische Dreiecksnetz. 1. Heft. Die Bonner Basis. Berlin, 1876; 4⁰.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XIX. Parte I—III. Venezia, 1876; 4⁰.

Lea Isaac: A Catalog of the published works from 1817 to 1876. Philadelphia, 1876; 8⁰. — Further notes on „Inclusions" in Gems etc. Philadelphia, 1876; 8⁰.

Lesehalle, akademische, an der k. k. Universität zu Wien: Sechster Jahresbericht. 1875—76; Wien, 1876; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. XXII. Band, 1876. 10. & 11. Heft. Gotha; 4°.

— Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1876. 3. Heft. Wien, 1876; 8°.

Nature. Vol. XV. Nr. 369. London, 1876; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. XII. Band, 6. Heft. München, 1876; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ VIe Année, 2me Série, Nr. 22. Paris, 1876; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1876. Dispensa 10^a. Palermo; 4°.

Société des ingénieurs civils: Séance du 2 Juin 1876 — 3 November 1876; 8°.

— — — — Mémoires et compte rendu des travaux. 3e Série, 29e Année, 4e Cahier. Juillet et Août 1876. Paris, 1876; 8°.

— des Sciences de Nancy: Bulletin. Série II. — Tome II. Fasc. IV, 9e année 1876. Paris, 1876; 8°.

— des Sciences naturelles de Neuchâtel. Bulletin. Tome X, 3e cahier. Neuchâtel 1876; 8°.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXme Année, Nr. 5—7. Constantinople, 1876; 4°.

Society, The Royal Astronomical, of London: Monthly Notices. Vol. XXXVI, Nr. 9. Supplementary number. London, 1876; 8°.

Verein der Wiener Handels-Akademie: Vierter Jahresbericht. 1876. Wien, 1876; 8°.

— für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht 1874 & 1875. Zwickau, 1875 & 1876; 8°.

— naturwissenschaftlicher zu Magdeburg: Abhandlungen. Heft 7. Magdeburg 1876; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 48 & 49. Wien, 1876; 4°.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. III. Folge. XX. Heft. Innsbruck, 1876; 8°.

Die sogenannte cystöse Degeneration der Plexus choroidei des Grosshirnes.

Von Dr. **Fr. Schnopfhagen,**
Assistent und Privatdocent an der Innsbrucker Universität.

(Mit 5 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. October 1876.)

Die häufigst vorkommende pathologische Veränderung am *Plexus choroideus* des Grosshirns ist die sogenannte cystöse Degeneration desselben. Nach Eröffnung der Seitenventrikel findet man sehr gewöhnlich und namentlich bei Individuen, die über die mittleren Lebensjahre vorgeschritten sind, den Glomus des *Plexus choroideus*, sowie häufig genug auch andere Partien desselben, vor allem aber dessen vom Glomus gegen das Foramen Monroi hinziehenden Antheil, in grösserem oder geringerem Masse mit Cysten besetzt. Haben sich am Glomus in bedeutenderer Menge Cysten entwickelt, so flottiren dieselben als ein traubenförmiges Conglomerat in der klaren Ventrikelflüssigkeit am Eingang ins Unterhorn. Es sind stecknadelkopf, hanfkorn, selbst erbsengrosse, rundliche Bläschen mit gewöhnlich äusserst zarten, durchscheinenden Wandungen, die das einemal enge aneinandergestellt, und prall mit flüssigem Inhalte erfüllt, das traubenartige Aussehen des Glomus bedingen, das anderemal weniger Flüssigkeit enthalten und schlaffwandigen, schlottrigen Beutelchen gleichen. In den zarten Wandungen sieht man zarte Gefässchen sich verästigen, welche um so mehr sich bemerkbar machen, je stärker sie durch natürliche Injection mit Blut gefüllt sind. Wendet man zur Beobachtung die einfache Lupe an, so kann man ein äusserst zierliches Netzwerk von zarten Gefässen sehen, das sich an den Cystenwandungen ausbreitet. Nebstdem bemerkt schon das unbewaffnete Auge häufig eine ganz feine, grauweisse Fleckung oder Punctirung; die Cystenwand erscheint wie leicht bestäubt, ein Aussehen, das von partiellen Verdickungen derselben zunächst grösserer Gefässstämmchen, oder auch in der Mitte

der von den Gefässnetzen gebildeten Maschenräume herrührt. Sehr oft wird ein ähnliches Aussehen auch hervorgebracht durch gruppenweise Anhäufungen von geschichteten Körpern nnd Sandkörnern, welche der Innenfläche der Cystenwand an oder eingelagert sind; die grauweissen Flecken sind dann schon durch ihre Grösse auffällig, und bei Lupenbetrachtung vermag man ganz deutlich die einzelnen Sandkörnchen zu erkennen, die sich dem äusseren Ansehen nach treffend mit jenen kleinen Luftbläschen vergleichen lassen, wie sie sich an der Wand eines Glases ansetzen, in dem Wasser längere Zeit ruhig gestanden hat.

Die einzelnen Cysten zeigen häufig leichte Einschnürungen, hervorgebracht durch stärkere, wenig nachgiebige Bindegewebsstränge. Die äussere Oberfläche ist vollständig glatt; seltener beobachtet man spärliche Zottenüberreste an ihr; dagegen sind in den Furchen zwischen den Cysten manchmal noch Zottenzüge vorhanden, welche dieselben gleich feinen, zierlichen Moospölsterchen erfüllen und das Bild bedeutend verschönen.

Der flüssige Inhalt ist selten vollkommen klar, sondern erscheint mehr weniger trübe, kalkmilchähnlich, so dass sich beim Eröffnen unter Wasser eine leichte, wolkige Trübung in der nächsten Nähe der Cyste einstellt. Neben dem flüssigen Inhalte findet man, meist in der Mitte der Cyste gelagert, ein spinnwebenartiges, von Flüssigkeit durchtränktes und umspültes, weissliches Flöckchen, von geringerem oder grösserem Umfange, welches oft von sehr zahlreichen Sandkörnern durchsetzt ist. Sehr gewöhnlich stehen die Cysten in freier Hölencommunication miteinander, und sind nur durch vorspringende Falze andeutungsweise von einander getrennt.

Diese krankhafte Veränderung des *Plexus choroideus* trifft man wie bemerkt am häufigsten bei älteren Individuen, doch habe ich selbst am *Plexus choroideus* neugeborner Kinder nicht selten Cysten angetroffen; allerdings hier fast immer vereinzelt, oder höchstens in einer aus 2—3 Individuen bestehenden Gruppe, und nicht am Glomus, sondern an dem vor oder hinter ihm gelegenen Abschnitte.

Ueber die Entstehung und Natur dieser Cystenbildungen sind, seit man sie kennen gelernt hat, die verschiedensten An-

sichten laut geworden. Luschka[1] äussert sich diessbezüglich folgendermassen: „Bezüglich der Auffassung des Wesens der sogenannten Hydatiden (Cysten) der Adergeflechte, so war sie im Verlaufe der Zeit mit allen Irrthümern verbunden, welche sich an die vage Bezeichnung „Hydatis“ überhaupt geknüpft haben. Während man in frühester Zeit unter Hydatide ganz im allgemeinen mit wasserheller Flüssigkeit erfüllte Blasen verstanden hat, unterstellte man ihnen allmälig die verschiedenste Entstehung und Bedeutung, indem man sie bald für entartete Drüsen, bald für ihrer Natur nach modificirte Endigungen von Blutgefässen; ferner für stellenweise erweiterte Lymphgefässe erklärte; endlich nach erlangter Kenntniss der Blasenwürmer, ihnen wohl auch die Bedeutung selbstständiger, belebter Wesen beilegte.“ Seine eigene Ansicht über die Plexuscysten stellt er, ohne eine nähere Begründung und Ausführung, in unmittelbarem Anschluss an das vorangeführte hin und sagt: „Ihrem gewöhnlichen Wesen nach sind aber die Hydatiden der Adergeflechte nichts Anderes, als einerseits hohl gewordene, wassersüchtige Adergeflechtzotten, andererseits stellenweise Ansammlungen eines flüssigen Productes zwischen die beiden der Bildung der Adergeflechte zu Grunde liegenden Gefässhautblätter.“ Dass die Cysten nichts anderes als hydropisch gewordene Adergeflechtszotten seien, ist eine bereits früher von Rokitansky[2] aufgestellte und begründete Lehre. In der angezogenen Abhandlung schreibt er Seite 334 und 335: „Die so gewöhnlichen, sogenannten Cysten des Adergeflechtes sind nicht eigentliche Cysten: ich muss sie nach vielfachen Untersuchungen für Erweiterungen des die Zotte des Adergeflechtes constituirenden Hohlgebildes halten.“ „Ich habe mehrmal die Erweiterung der Zotte in ihrem Beginne beobachtet.“ Die Lehren dieser beiden Forscher unterscheiden sich nur insoweit von einander, dass Luschka die ursprünglich soliden Zotten erst hohl und dann hydropisch werden lässt, während

---

[1] Die Adergeflechte des menschlichen Gehirnes.
Eine Monographie v. Dr. Hubert Luschka, Berlin, 1855, Seite 158 und 159.

[2] Ueber die Cyste. Denkschriften der k. Academie der Wissenschaften. Bd. I. 1850.

Rokitansky eine ursprünglich, von Anfang an hohle Zotte vor Augen hat. Zu einer mit der Luschka'schen Ansicht übereinstimmenden Darstellung kam endlich auch schon van Ghert[1] in seiner Monographie über die Adergeflechte.

Ganz abweichend von den Lehren der bisher genannten Forscher wird von anderen die Entstehung der Cysten erklärt durch colloide oder hyaline Umwandlung zelliger Elemente.

Nach der Darstellung von Schrant[2], die ich, da mir die Originale nicht zur Verfügung stehen, der gleich zu erwähnenden Arbeit von E. Häckel entnehme, beruhen die Plexuscysten auf der Vergrösserung und Umbildung der normalen Epithelzellen zu zahlreichen, grossen und zarten Eiweisszellen, die dann in Colloidblasen übergehen, und durch Verdrängung und Hypertrophie des Bindegewebes eine fasrige Hülle erhalten.

Die neueste Arbeit über Plexuscysten, die mir zu Gesicht gekommen ist, rührt von E. Häckel[3] her; in derselben wird dargethan, „dass die Cystenbildung nicht das Wesentliche der sogenannten Plexushydatiden ist, sondern nur ein unter gewissen Umständen auftretender Rückbildungsprocess, eine Erweichung des eigenthümlichen Neoplasma, dessen Wesen in einer Wucherung der Bindegewebszellen und der Infiltration einer hyalinen Substanz in Kugelform in dieselben besteht." Hyaline Kugeln, welche man wohlerhalten oder in ihren Ueberresten als Bestandtheile des Cysteninhaltes antrifft sind für Häckel das wesentliche und characteristische Formelement, und die Cysten entstehen dadurch, dass in einer ursprünglichen Bindegewebsneubildung, mittelst Umwandlung der kleinen rundlichen, elliptischen, oder spindelförmigen, zelligen Elemente zu solchen Kugeln und endlicher Verflüssigung derselben, Hohlräume gebildet werden. Nach ihm wäre die Erkrankung zu bezeichnen als „prolifere

---

[1] Van Ghert, *Disquisitio anatomico-pathologica de plexubus choroideis. Traject. ad Rhenum* 1837, Seite 79.

[2] J. M. Schrant, *Prijsverhandeling over de goed-en kwaardaardige Gezwellen.* Amsterdam 1851 pag. 282, Tab. II., Fig. 8—11, und J. M. Schrant, *Over den Oorsprung van het Colloid,* Amsterdam, 1851; Deutsch im Auszuge von C. E. Weber in Vierordt's Archiv, Vol. XI, 1852, S. 903.

[3] Ernst Häckel, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der *Plexus chorioides* mit 1 Tafel. Virchow's Archiv, Bd. XVI. 1859.

Bindegewebswucherung oder mit Rücksicht auf ihr häufig cystoid umgebildetes Product als proliferes Bindegewebscystoid.

Endlich lässt auch Förster[1] die in Rede stehenden Bildungen durch Entartung von Zellen entstehen. Er sagt: „Die feinere Untersuchung zeigt, dass diese Bläschen durchaus aus eng aneinander gepressten, zelligen Körpern bestehen und keine aus formlosem, flüssigem Inhalte und einer Wand bestehenden Cysten sind; diese Körper sind äusserst zartwandig, rund, mit hellem, serösen oder colloiden Inhalt und gehen aus Entartung der normalen Zellen der Membran der Adergeflechte hervor; sie erscheinen zum Th. durch gegenseitigen Druck polygonisch, zwischen ihnen lagert in kleiner oder grösserer Menge Hirnsand. Nur in den grössten Blasen scheinen diese Zellen zuweilen zu zerfallen und ihr homogener Inhalt sich dann als Cysteninhalt darzustellen.“ Ob er unter „normalen Zellen der Membran der Adergeflechte“ die Epithelzellen oder aber jene platten, verästigten Zellen, welche sich im Bindegewebe der Adergeflechte sowie in den Cystenwandungen vorfinden, verstehe, lässt sich aus seiner Darstellung nicht entnehmen; es wäre insofern von Interesse, diess zu wissen, als im ersteren Falle seine Lehre vollkommen identisch mit der von Schrant sein würde, im letzteren, wahrscheinlicherem Falle hingegen eine wesentliche Abweichung von derselben vorläge.

So hätte ich in Kürze die mannigfachen Anschauungen über das Entstehen und wahre Wesen der Plexuscysten gegeben, und damit wohl genügend eine neuerliche Untersuchung dieses Gegenstandes gerechtfertiget.

Ueber die Entwicklung der Cysten, eine Frage, die zunächst von Interesse ist, kann man schon durch die einfache macroscopische und Lupenuntersuchung des erkrankten *Plexus choroideus* höchst werthvolle Aufschlüsse erlangen, wenn man dabei nicht ausser Acht lässt, die Standorte, an denen sie sich gewöhnlich vorfinden, genau zu berücksichtigen. Es sind namentlich drei Orte an der *Tela choroidea* des Grosshirnes, an denen Cystenbildungen wahrgenommen werden können.

---

[1] A. Förster, Handbuch der speciellen pathol. Anatomie, Seite 595. Auflage II. 1863.

1. Wohl weitaus am häufigsten finden sich dieselben am Glomus, wo sie in der Eingangs geschilderten Weise dessen Aussehen verändern.

2. Seltener, wenn auch noch immer oft genug, finde ich Cysten um die *Vena choroidea* herum, und zwar in der Strecke von ihrem Austritte aus dem vorderen Ende des Glomus bis zu der Stelle, wo sie nahe dem Foramen Monroi unter den Zotten sich verliert, um zur *Vena cerebri interna* zu gelangen.

3. Manchmal fand ich auch an der unteren Fläche der *Tela chor. media*, entsprechend den beiden parallel verlaufenden *vr. int. cerebri*, die nach rückwärts ziehend in die *Vena magna Galeni* münden, eine sehr deutlich ausgesprochene Cystenbildung; und wie die Cysten an den erstgenannten Orten stets in der Nähe der Gefässe, und in nicht zu verkennender Beziehung zu ihnen stehen, so lässt sich dasselbe auch hier wahrnehmen. An der innern und unteren, dem dritten Ventrikel zugekehrten Seite der beiden Venen verlauft je ein kleines, stark fadendickes oder noch etwas dickeres Gefässchen von rückwärts nach vorne. Diese zwei arteriellen Gefässe sind normaler Weise vollständig bedeckt durch Zotten, welche das einemal sehr vollkommen entwickelt, das anderemal weniger vollständig vorhanden, gerade diesen kleinen Arterien entsprechend an der unteren Fläche der *Tela chor. media* in zwei Reihen sich erheben, und eine mediane, nach vorne so wie gegen die Zirbeldrüse hin breiter werdende Furche zwischen sich lassen. An Stelle dieser Zottenreihen trifft man nun manchesmal Cysten an. (Fig. 12.)

Dies wären die drei Orte, an denen man am öftesten zahlreiche Cysten antrifft; allerdings be bachtet man sie hin und wieder auch an dem hinter dem Glomus im Unterhorn gelegenen Abschnitte des Seitenplexus oder in den medialen, zottenbesetzten Partieen desselben, aber dann meist nur vereinzelt, nicht in grösseren Gruppen und ich kann demnach die Angabe Försters[1], dass cystenartige Bildungen häufig an den Adergeflechten des absteigenden Hornes zu treffen seien, nicht bestätigen.

Ich will nun zunächst eine genauere Beschreibung der Cystenbildungen längs der *Vena choroidea* geben, weil gerade

[1] L. c. Seite 595.

hier die Verhältnisse am einfachsten sind, und die eine Art der Entstehung, durch Auseinanderweichen der *Pia mater* Blätter des Plexus nämlich, am deutlichsten sich zu erkennen gibt.

Der erste Plexus, an dem ich an dieser Stelle Cysten beobachtete, war der Leiche eines wenige Tage alten, abgemagerten Kindes entnommen. An dem der Ansatzlinie der *Pia mater* an die Vene gegenüberliegenden, also an dem freien Rande der bluterfüllten Vene fand ich zwei kaum 1^{mm} von einander entferntstehende, längsovale, einem Seidencocon ähnliche Cystchen mit so zarten, prall gespannten Wandungen, und einem so klaren, hellen, flüssigen Inhalte, dass sie förmlich durchsichtig erschienen; die grössere war etwa 2^{mm} lang, während die kleinere, vordere kaum die halbe Grösse erreichte. Gefässe in den Wandungen waren selbst mit der Lupe noch nicht, wohl aber bei schwacher Vergrösserung unter dem Microscope wahrzunehmen. (Fig. 1.) Am Plexus des Erwachsenen finden sich die Cysten sowohl zahlreicher als auch in bedeutenderer Grösse vor. Entweder ohne dass eine Cystenbildung am Glomus wahrnehmbar ist, oder aber, wie es gewöhnlicher ist, mit gleichzeitigem Auftreten von Cystenconglomeraten an demselben, sieht man rundliche, oder länglicheiförmige, oder walzenförmige Cysten der Vene unmittelbar aufsitzen. Dieselben stehen eine hinter der anderen in verschieden grossen Abständen, oder so nahe aneinander, dass eine in die andere übergeht, und sie füglich als eine einzige, schlauchförmige Cyste aufgefasst werden können, umsomehr, wenn sie in freier Höhlencommunication stehen, und nur äusserlich durch stellenweise Einschnürungen eine Trennung angedeutet ist. Die einen stehen am freien Rande der Vene, die anderen längs der Ansatzlinie der *Pia mater*; gewöhnlicher ist es, dass sämmtliche an der letzgenannten Stelle auftreten und je nach ihrer Grösse die Vene beiderseits gleichmässig, oder vorwiegend nach der einen Seite überragen; dabei liegen sie der Venenwand bis zu einem Drittel oder selbst der Hälfte ihres Umfanges unmittelbar an, und lassen nur deren abgewendete Hälfte frei. Ist eine Cyste sehr gross geworden, so läuft die Vene geschlängelt und innig mit der Cystenwand verbunden an deren Oberfläche hin. (Fig. 3, *v.*)

Bezüglich jener Cysten, welche gegenüber dem freien Rande der Vene, längs der Ansatzlinie der den Plexus constituirenden Blätter der *Pia mater* aufsitzen, wird man sofort durch den unmittelbaren Augenschein veranlasst zu glauben, sie seien durch ein immer weiter fortschreitendes Auseinanderweichen der *Pia mater* Blätter entstanden und zu der bezüglichen Grösse herangediehen. Oft genug ist gerade die der Vene zunächst liegende Hälfte am stärksten ausgebaucht, während die Wandungen der anderen Hälfte weniger ausgebaucht erscheinen, und sich allmählig mehr und mehr nähern, bis sie endlich unter einem mehr weniger spitzen Winkel aufeinander treffen, so dass ein senkrecht auf die Längsachse der Vene und Cyste geführter Durchschnitt beiläufig einem mit abgerundeten Winkeln versehenen Dreiecke gleichen würde, dessen Basis der Vene anliegt, dessen gegenüberliegende Spitze den wieder vereinigten Pia-Blättern entspricht. Überdiess grenzen sich die Cysten meist nicht scharf gegen die umgebende *Tela choroidea* ab, sondern ihre Wandungen verlaufen ganz allgemach und ununterbrochen in dieselbe (Fig. 2 und 3, *b*); ja manchmal gelingt es sogar bei recht grosser Vorsicht die beiden vereinigten *Pia mater* Blätter von der Hölung der Cyste aus auf eine kurze Strecke zu trennen, bis dann bei der grossen Zartheit der Membran dieselbe einreisst, und eine weitere Trennung unmöglich macht. Endlich bauchen sich die Cysten über die obere wie untere Fläche der unter Wasser ausgebreiteten *Tela choroidea* meist sehr gleichmässig hervor, ein Umstand, der durch das angenommene Auseinanderweichen am leichtesten sich erklären lässt. (Fig. 3.)

In ähnlicher Weise entstehen die Cysten am freien Venenrande dadurch, dass die *Pia mater*, welche als Trägerin der Gefässe die Vene ringsum einhüllt, und ihr in gleicher Art, wie das Peritonäum dem Darm, einen Überzug gibt, an irgend einer Stelle in grösserer oder geringerer Ausdehnung abgehoben, und weitershin durch Dehnung die abgehobene Partie zur Cyste ausgebaucht wird.

Wenn die Ausbauchung fortschreitet, die Abhebung jedoch auf ihre ursprünglichen Grenzen beschränkt bleibt, so ergeben sich daraus die mit einer scharfen Einschnürung der Vene aufsitzenden Cysten, wie sie Fig. 1 und namentlich deutlich Fig. 4 zeigen.

In anatomischer Hinsicht scheint mir die Cystenbildung an der *Vena choroidea* ihre einfachste, naturgemässe Erklärung in der angenommenen Art zu finden, und hoffe ich durch die microscopische Untersuchung weitere Stützen für die vorgebrachte Auffassung bringen zu können. Eine Beteiligung der Plexuszotten bei der Entstehung der eben geschilderten Cysten kann aus dem einfachen Grunde nicht angenommen werden, weil an den betreffenden Stellen sich gar keine Zotten finden. Breitet man einen ganz normalen *Plexus chor.* unter Wasser aus, so bemerkt man in der Nähe der *Vena chor.* keine Spur von Zotten. Während die Vene, so wie sie aus dem Glomus heraustritt am lateralen Rande des Plexus fortläuft, nehmen die Zotten sowohl an der oberen als an der unteren Fläche die medialen Partieen des Plexus der Seitenventrikeln, zunächst den *aa. chor.* ein; dabei bleibt zwischen den zottenbesetzten Partieen und der *Vena chor.* ein am vorderen Ende des Glomus beiläufig 5^{mm} breiter Streifen ganz zottenfrei und glatt und zeigt nur eine, von den sehr zahlreichen, kleinen Gefässen herrührende, parallele Längsstreifung. Gegen das Foramen Monroi zu, in welchem sich die beiden Seitentheile des Plexus vereinigen, verschmälert sich dieser Streifen allmälig, indem die Vene mehr und mehr medianwärts zieht und endlich unter den Zotten verschwindet. Auch an dem hinter dem Glomus gelegenen Abschnitte des Plexus stehen die Zotten am medianen Antheile desselben, während ein oft sehr breiter, lateraler Saum vollkommen zottenfrei, und bis auf die den Gefässen entsprechende Längsstreifung, und eine ihr manchmal nebenher gehende Faltenbildung, vollkommen glatt bleibt. Gerade in diesem zottenfreien Saume habe ich in den seltenen Fällen, die überhaupt Cysten im Plexus des Unterhornes zeigten, dieselben angetroffen und sie in den Fig. 4, 5 und 6 abgebildet.

Muss man betreffs der eben abgehandelten Cysten zugeben, dass sie ohne irgend welche Betheiligung der Zotten entstanden seien, so wirft von selbst die Frage sich auf, ob die Cysten am Glomus, der normaler Weise von Zotten bedeckt ist, aus diesen entstehen, oder ob sich auch hier Verhältnisse vorfinden, welche deren Entstehen ohne Herbeiziehung von Zotten erklären lassen.

Mit dem Namen Glomus bezeichnet man eine spindelförmige, beiderseits etwas abgeplattete, nach vorne leicht zugespitzte, an

dem gegen das Unterhorn sehenden, hinteren Ende mehr abgerundete, beiläufig bohnengrosse Auftreibung des lateralen Randes der Seitenplexus, die etwa in der Mitte ihrer Längsausdehnung liegt, dort wo die Plexus sich gegen die Unterhörner hinabwenden. Dieselbe wird veranlasst durch einen Bindegewebsknäuel, der zwischen die beiden, hier nie zur Verwachsung gelangenden *pia mater* Blätter eingelagert ist. Der Glomus trägt sowol beim Kinde wie beim Erwachsenen reichliche Zotten, und ist am lateralen Rande die einzige zottentragende Partie. Die Gebrüder Wenzel [1] schon, von denen der Name *Glomus choroideus* herrührt, fanden daselbst einen auffälligen Reichthum an vielfältig geschlängelten und in Biegungen verlaufenden Gefässen, und gerade diese Gefässe sind es, die mir bei der Cystenbildung von Wichtigkeit scheinen. Zwischen den Zotten, und über sie vielfach hervorragend, beobachtet man regelmässig Schlingen zarter, beiläufig zwirnsfadendicker Gefässe, welche die *pia mater*, von der sie überzogen sind, mit sich emporheben und nun in ähnlicher Weise an ihr hängen, wie etwa die Dünndarmschlingen an ihrem Mesenterium. Die Höhe dieser Gefässschlingen erreicht 1—5^{mm}, und auch ihre Weite ist eine wechselnde. Die Schlingen gehören theils den im Plexus des Unterhornes verlaufenden Gefässen, hauptsächlich aber einer zarten, längs der *vena choroidea* verlaufenden und von ihr aus auch injicirbaren (ich injicirte sie mehrmals mit feiner Corrosionsmasse von der *vena cerebri int.* aus) Vene an. Auch die feineren Äste der *vena chor.* mögen sich bei dieser Schlingenbildung betheiligen.

Beobachtet man nun, wie sich diese in Schlingen verlaufenden Gefässe an dem mit Cysten bedeckten Glomus verhalten, so findet man, wie aus den Abbildungen Fig. 7, 8, 9 ersichtlich ist, dieselben an der äusseren Oberfläche der bauchigen Cysten in mannigfach gewundenem und geschlängeltem Verlaufe hinziehen. Sie haften mit einem kleinen Theile ihres Umfanges fest an der Cystenwand, sind ihr jedoch weniger ein- als aufgelagert, und überragen um die ganze Höhe ihres Durchmessers die Cystenoberfläche. Zu beiden Seiten dieser Gefässe bauchen sich

[1] *De penitiori structura cerebri 1812.*

die Cystenwandungen beträchtlich vor (Fig. 7 und 9 bei c^1); so entstehen flache Mulden an der Cystenoberfläche, in denen die Gefässe, durch deren Unnachgibigkeit die Mulden bei fortschreitender Dehnung der Cystenwandungen entstanden sind, verlaufen.

Man kann mit grösster Bestimmtheit angeben, dass die eben erwähnten Gefässe in der That den am normalen Glomus vorfindigen Gefässschlingen entsprechen; schon der Umstand, dass sie der Cystenwand nicht eingebettet, sondern ihr blos aufgelagert sind, spricht dafür, dass es keine neugebildeten Gefässe sind; ferner würden neugebildete Gefässe höchst wahrscheinlich mit der Vergrösserung der Cysten gleichen Schritt halten und nicht die erwähnten, muldenförmigen Vertiefungen, ja sogar Einschnürungen begründen. Ausserdem stimmt das Caliber der Gefässe an den Cysten in auffälliger Weise überein mit dem der schlingenförmigen Gefässe des normalen Glomus, und diese vermindern sich um so mehr, je mehr Cysten sich entwickeln, bis dass endlich oft alle schlingenförmigen Gefässe verschwinden. Schliesslich kann man sich leicht überzeugen, dass die an der Cystenoberfläche verlaufenden Gefässe die unmittelbaren Fortsetzungen der oben als schlingenbildend angeführten Gefässe des Plexus sind.

Ist aber einmal die Identität der am normalen Glomus vorfindigen Gefässe mit den an der äusseren Cystenoberfläche vorhandenen festgestellt, so liegt gewiss nichts näher, als die Entstehung der Cysten in der Weise zu erklären, dass man annimmt, es weichen die beiden Blätter der *pia mater*, an welchen die Gefässschlinge wie der Darm am Mesenterium hängt, in Folge von vermehrtem Zu- oder behindertem Abfluss der Gewebsflüssigkeit, auseinander. Das Auseinanderweichen beginnt an irgend einer Stelle, wol meist in nächster Nähe des Gefässes, und macht unter zunehmender Ansammlung von Flüssigkeit in der einmal gegebenen Höle immer weitere Fortschritte; die Blätter weichen allmälig weiter und weiter auseinander, und erleiden gleichzeitig an den nachgiebigeren, von stärkeren Gefässen und Bindegewebsträngen freien Stellen eine beträchtliche Dehnung, wodurch das partielle Einschnürungen und bauchige Ausbuchtungen zeigende Ansehen der Cysten veranlasst wird; so kommt das Schlingengefäss auf dem einfachsten

und natürlichsten Wege in jenes oben geschilderte Verhältniss zur Cystenwand.

Die eben auseinandergesetzte Art der Cystenbildung am Glomus kann jedoch nicht für alle daselbst vorfindigen Cysten in Anspruch genommen werden, da sich regelmässig auch solche finden, an denen ausser den in ihre Wandungen eingelagerten, zierlichen Gefässnetzen, durchaus keine Gefässe wahr zu nehmen sind, und die ausser aller Beziehung zu den normalen Gefässen zu stehen scheinen. Ich musste trachten auch für diese Bildungen eine Erklärung zu finden; Durchschnitte, welche ich durch den cystenbedeckten Glomus anfertigte, haben sie gebracht und gezeigt, dass auch hier Cysten in ganz der gleichen Weise enstehen, wie wir sie am freien Rande der *vena choroidea* entstehen sahen.

Während diese Vene in ihrem Verlaufe vor dem Glomus ganz frei zu Tage liegt, und ihr Verhalten zu den etwa aufsitzenden Cysten höchst einfach und klar erscheint, verschwindet sie am vorderen Ende des Glomus in demselben, und namentlich, wenn Cysten in grosser Anzahl vorhanden sind, kann man von ihr und ihrem Verhalten zu den Cysten nichts mehr wahrnehmen. Injicirt man nun durch sie eine mit Berlinerblau gefärbte Leimmasse, und wendet hierbei einen mässigen Überdruck an, so bersten zahlreiche, zarte Gefässe der Cystenwandungen, und es füllen sich die Cystenräume mit der extravasirenden Masse. Nachdem diese fest geworden, halbirte ich den Glomus und entfernte mit wenig Mühe die Injectionsmasse, in deren Mitte gewöhnlich der bindegewebige Inhalt der Cysten zusammengedrängt sich vorfand. Aus den beigegebenen Abbildungen ist ersichtlich, dass die Cysten in der unmittelbaren Nähe der blaugefärbten Venen stehen, ihnen aufsitzen. (Fig. 10 und 11.) Am schönsten und vollkommensten entwickelt finden sie sich längs des oberflächlichsten Astes der Vene, wo sie, von vorne nach hinten an Grösse zunehmend und sich gegenseitig abplattend, in einer dichtgedrängten Reihe stehen. Aber auch um die in den Bindegewebskern des Glomus eindringenden Venenstämmchen, haben sich Cysten gebildet und das Bindegewebe theils verdrängt, theils als Cysteninhalt in sich aufgenommen.

Ein Blick auf die beigegebenen Abbildungen genügt, um anschaulich zu machen, dass auch am Glomus einzelne Cysten durch Abhebung und Ausbauchung der *pia mater* entstehen, in analoger Weise wie am Hauptstamme der *vena choroidea* dies der Fall ist, und dass ferner auch zwischen dem Bindegewebskerne des Glomus und der ihn umhüllenden *pia mater* Flüssigkeitsansammlungen in der Umgebung der Vene stattfinden, welche zu, wenn auch nicht so regelmässigen Cysten sich gestalten.

Haben die bisherigen Untersuchungen der Cysten am Glomus und längs der *vena chor.* ergeben, dass deren Entstehung ohne Betheiligung der Zotten einfach und naturgemäss erklärt werden kann, und musste ich mich schon wegen des einen Umstandes, dass manche Cysten zu einer oft sehr beträchtlichen, bis zum Umfange einer Erbse heranreichenden Grösse gedeihen, gegen deren Entwicklung aus den so zarten Zotten aussprechen, und der Ansicht Luschka's, sie entstünden durch Ansammlung von Flüssigkeit zwischen den beiden *pia mater* Blättern, zuwenden, so werden sich bei den nun zu betrachtenden Cysten an der unteren Fläche der *tela choroidea media* Verhältnisse ergeben, die unbedingt dafür sprechen, dass denn doch auch die Zotten sich zu Cysten heranbilden und für jene Fälle, wo am Glomus sehr zahlreiche, aber lauter kleine, oder neben den grossen auch vielfach kleine, stecknadelkopfgrosse und etwas grössere Cystchen vorhanden sind, die Annahme eines gleichen Entwicklungsmodus gestatten. Ebenso wird man die Entstehung aus der nämlichen Grundlage für die, hin und wieder in den medial gelagerten Zottenzügen der Seitenplexus vorfindigen, kleinen, meist vereinzelten Cysten als höchst wahrscheinlich annehmen müssen.

In allen von mir beobachteten Fällen einer Cystenbildung an der *tela chor. media* fand ich dieselbe immer nur entsprechend dem Zuge jener zwei Zottenreihen, durch welche normaler Weise die oben erwähnten zwei kleinen Arterien bedeckt sind. Die Cysten zeigten niemals eine beträchtlichere Grösse, sondern waren stets nur mohnkorn bis klein hanfkorngross, und bildeten stets eine zierliche, durch eine mediane, glatte, ziemlich tiefe Furche getrennte Doppelreihe, die je nach der grösseren oder geringeren Anzahl von Cysten, entweder ausschliesslich aus letzteren

bestand, oder streckenweise durch Zotten unterbrochen war. (Fig. 12.) Wenn sie recht zahlreich und dichtgedrängt stehend auftreten, gewähren sie einen Anblick vergleichbar den auf Holzstäben aufgebundenen Zwiebeln. Die Wandungen derselben sind stets sehr zart, durchscheinend, und in denselben verzweigen sich äusserst feine, erst mit der Lupe deutlich erkennbare Gefässchen; auch die weissliche Fleckung und Punktirung kann man oft wahrnehmen. Dort, wo Cysten stehen, sind keine Spuren von Zotten mehr wahrnehmbar. Alle diese Umstände, die unbedeutende Grösse, die reihenweise Anordnung, das Verschwinden der Zotten, weisen schon darauf hin, dass wir es mit Entartungen der letzteren, mit vergrösserten und hydropisch gewordenen Zotten zu thun haben. Diese Annahme kann nur befestigt werden durch die nicht seltene Beobachtung von Cystchen, welche mit einem, allerdings ganz kurzen und undeutlichen Stiele ihrer Unterlage aufsitzen, und sie gestaltete sich mir zur vollsten Überzeugung, durch Fälle, wo ich einzelne secundäre Äste einer grösseren, primären Zotte, bereits zu ganz kleinen, kaum mohnkorngrossen Bläschen umgewandelt sah, während andere Ästchen derselben Zotte noch vollkommen wohl erhalten sich vorfanden.

Es liegt bei der Entwicklung der Cysten aus den Plexuszotten ein keineswegs wesentlich von der früher geschilderten Entstehung derselben aus den die Gefässschlingen am Glomus tragenden *pia mater* Blättern verschiedener Vorgang vor, da ja die Zotte anatomisch nichts anders als eine freilich sehr kleine, von *pia mater* Gewebe getragene Gefässschlinge ist, und sich somit hier nur das im Kleinen wiederholt, was wir dort im Grossen antrafen.

Ich wäre somit durch die bisherige Untersuchung zu einer mit den Ansichten von Luschka, van Ghert und Rokitansky übereinstimmenden Auffassung der Cysten gekommen; ich konnte bei der macroscopischen Beobachtung nichts finden, was für die Ansicht E. Häckel's spräche, als ob die Cysten aus anfänglichen Bindegewebsneubildungen hervorgingen; im Gegentheil, selbst bei neugebornen Kindern und jugendlichen Individuen, — ich beobachtete ausser bei Neugebornen noch ausgesprochene Cystenbildung bei einem 1jährigen, anämischen

Knaben, bei einem 16jährigen, hydrämischen Jüngling mit Caries der Lendenwirbel und beiderseitigem Psoasabscess, und mehrfach bei Puerperen im Alter von 20—30 Jahren — wo man doch mit der meisten Wahrscheinlichkeit erwarten dürfte, die Anfangsstadien des Processes zu treffen, fand ich niemals Bindegewebsgeschwülste, prolifere Bindegewebswucherungen, sondern stets schon das vollendete cystöse Bläschen mit zarten Wandungen und flüssigem Inhalte, der das feine und spärliche, wenn nicht ganz mangelnde, spinnwebenartige Bindegewebe durchtränkte und umspülte. Betreffs der Lehren Schrant's und Förster's konnte natürlich die bisherige Untersuchung nichts direct entscheiden.

Ich wende mich der microscopischen Untersuchung und zwar zunächst der Untersuchung der Cystenwandungen zu, und hoffe, indem ich zeigen werde, dass deren Bau im wesentlichen übereinstimmt mit dem Bau der *Tela choroidea* der Ventrikel und respective der *Pia mater*, neue Stützen für die angenommene Auffassung herbeizuschaffen. Als ich mich mit dieser Untersuchung zu beschäftigen begann, geschah dies einmal deshalb, weil ich in den angeführten Abhandlungen die mikroskopische Forschung gerade nach dieser Richtung mangelhaft fand, dann aber, weil ich erwartete verschiedene Entwicklungsstadien und Altersstufen an den Geweben der Wandungen zu finden, verschieden nach dem je längeren oder kürzeren Bestande der Cysten. Diese Erwartung war unter der Annahme der Richtigkeit der Häckel'schen Darstellung gewiss berechtiget. Ich wurde jedoch insoferne gründlich getäuscht, als ich bei Cysten von annähernd gleichaltrigen, jüngeren Individuen auch wesentlich gleiche Verhältnisse antraf, sowie Cysten, welche von im Alter weiter vorgeschrittenen (über die mittleren Lebensjahre hinaus) Personen herrührten, im Bau ihrer Wandungen möglichst vollständig übereinstimmten, mochten auch Verschiedenheiten bezüglich der Dicke derselben sich vorfinden.

Dagegen ergaben sich einige Verschiedenheiten, je nachdem ich Cysten untersuchte, welche ich bei Neugeborenen und sehr jugendlichen Kindern vorgefunden hatte, oder hingegen solche, die von Erwachsenen und alten Leuten entnommen waren.

Indem ich zur Beschreibung der Cystenwandungen übergehe, sehe ich vorläufig gänzlich ab von deren äusserer Epitheldecke und werde derselben nachträglich Erwähnung thun. Will manet was näheres sehen von dem Bau des gefässhältigen, bindegewebigen Theiles der Cystenwand, so ist es vor allem nothwendig die Epithelzellen zu entfernen, und dies umsomehr, je zarter die Cystenwand; so ist z. B. an den Cystenwänden von Neugeborenen absolut alle Einsicht in deren Structur unmöglich, so lange das Epithel vorhanden ist; man mag die Cystenwand von ihrer äusseren oder inneren Oberfläche aus betrachten, immer treten, nebst einzelnen bluterfüllten Gefässen, die polygonalen, stark gekörnten Epithelien in den Vordergrund und stören die Untersuchung. Ihre Entfernung gelingt übrigens sehr leicht und vollständig. Ein ausgeschnittenes Stückchen Cystenwand von einem Plexus der 2—3 Tage in der gewöhnlichen Müller'schen Flüssigkeit gelegen ist, wird nur ganz kurze Zeit mit destillirtem Wasser in einer Eprouvette ausgeschüttelt und erscheint dadurch sofort von seinem Epithel befreit; man kann nun dasselbe ohne irgend welche weitere Behandlung in einem Tropfen verdünnten Glycerins auf dem Objectträger ausbreiten und untersuchen; besser thut man jedoch, wenn man es vorher einer Tinction mit Picrocarmin unterzieht, weil dann eine viel grössere Deutlichkeit erzielt wird, und namentlich die äusserst zarten zelligen Elemente weitaus klarer und schärfer hervortreten.

In Fig. 13 habe ich die ungemein zarte Wand einer etwa hanfkorngrossen Cyste vom neugeborenen Kinde abzubilden versucht. Dieselbe besteht aus einem sehr feinfasrigen, in seiner Zartheit kaum wiederzugebenden Bindegewebe, dessen Fasern teils parallel miteinander verlaufen, teils unter verschiedenen Winkeln sich kreuzen. In dieses Bindegewebe eingebettet und von ihm getragen bemerkt man Gefässe, die an und für sich schon mit einem ungewöhnlich weiten Lumen versehen, stellenweise überdies spindelförmige Erweiterungen und varicöse Ausbuchtungen zeigen. Dieselben bilden allenthalben dichte Netzwerke, mit denen sie den vierten bis nahezu dritten Theil einer gegebenen Fläche, z. B. eines Sehfeldes bedecken. Es sind capillare Gefässe, deren Wandungen man als doppeltconturirte, scharfe, matt glänzende Streifen erkennen kann, in

welchen von Stelle zu Stelle spindelförmige, mit einem länglichen, ovalen, granulirten Kerne und einem spärlichem Protoplasmaleibe versehene Zellen bemerkbar werden. Teilweise ist das Lumen derselben erfüllt von zusammengehäuften, schrumpfenden, rothen Blutkörperchen, theilweise sind sie leer, und an diesen letzteren Stellen sieht man eine feine Streifung und Fibrillirung als Ausdruck des über und unter ihnen wegziehenden Bindegewebes. Dass diese Streifung nicht als der Gefässwand eigenthümlich angesehen werden darf, geht aus der, oft ganz deutlich dem allgemeinen Zuge der Bindegewebsfäserchen folgenden, Richtungderselben hervor. — Sehr bemerkenswerth sind schliesslich die zelligen Gebilde, die in grosser Anzahl allenthalben im Bindegewebe sich vorfinden. Es sind platte, verschieden gestaltige, sehr zarte Zellen, die einen feinkörnigen Protoplasmakörper, und einen gröbergekörnten, rundlichen oder ovalen Kern besitzen. Sie stehen mit ihrer längeren Axe in den verschiedensten Richtungen, und zeichnen sich besonders durch ihre vielfältigen Fortsätze aus, die sie ins Bindegewebe hineinsenden. Manche Zellen zeigen blos 2—3 Fortsätze, andere hinwieder deren 4—6, von denen einzelne sich in zwei spitz auslaufende Ästchen theilen, andere ungetheilt verlaufen. Dieselben sind bald kurz und breit, fast membranös, meist jedoch von grösserer Länge und dabei zart, schmal, als ob sie zu Fibrillen sich umwandeln wollten.

Die auffällig weiten Gefässe, die in Fig. 13 abgebildet sind, beobachtet man durchaus nicht regelmässig; für gewöhnlich haben die Gefässe der Cystenwandungen ein bedeutend kleineres Caliber, und bilden die allerzierlichsten Netzwerke, wie uns Fig. 14 ein Beispiel vorführt. Diese Zeichnung wurde von einer Cystenwand abgenommen, welche dem Plexus eines 1jährigen, an eitriger Pleuritis verstorbenen, anämischen Knaben entstammt. Die bindegewebige Grundlage derselben ist auch hier noch äusserst zart und die Faserung kaum stärker ausgesprochen als im vorigen Präparate. Die scharf conturirten Gefässe, welche auch hier an einzelnen Stellen spindelförmige Zellen in ihrer Wand sehen lassen (z. B. bei *a*), sind grösstentheils leer, und nur hin und wieder bemerkt man etliche schrumpfende, rothe, oder auch einzelne weisse Blutkörper in ihnen. Am auffälligsten ist aber das Verhalten der im Bindegewebe eingelagerten Zellen; die-

selben lagern stellenweise vereinzelt, stellenweise in einer ununterbrochenen Reihe, und mit ihren Enden sich deckend der äusseren Oberfläche der Capillaren auf; mancherorts bilden sie eine förmliche, das Gefässrohr umhüllende Scheide (bei *b*). — Sie stimmen in ihren manigfachen Formen überein mit den vorhin beschriebenen Zellen, und besitzen häufig auch Ausläufer, die ins Bindegewebe hineinreichen. Hin und wieder bemerkt man auch kernloses Protoplasma an den Gefässen oder im Bindegewebe, welches fein granulirt,; wie das Protoplasma der kernhältigen Zellen erscheint, und in ähnlichen Formen auftritt.

Diese an und um die Gefässe gelagerten Zellen erinnern lebhaft an die Abbildung, welche Eberth[1] von den Adventitiazellen an den Capillaren der Hyaloidea des Frosches gibt, und dürften, ebenso wie ähnliche Zellen an den Hirn-, Rückenmarks- und Retinagefässen beim Menschen, passend als Perithelzellen bezeichnet werden.

Wenn wir jetzt eine möglichst zarte Cystenwand vom Erwachsenen microscopisch untersuchen, so finden wir als wesentlichste Abweichung von den vorher beschriebenen, dass das Bindegewebslager an Stärke zugenommen hat. Dasselbe erscheint nicht mehr so fein und zart wie bei ganz jungen Individuen und zeigt einen sehr deutlich ausgesprochenen, parallelfaserigen Bau. Ueberdies bemerkt man an der Innenfläche desselben vielfach selbstständige, längsstreifige Bindegewebsbalken, die gestreckt oder in wellig geschwungenen Linien und Bögen verlaufen, und die Faserrichtung der äusseren Bindegewebslage unter verschiedenen Winkeln kreuzen. Die Balken sind bald stärker, bald schwächer; sie erheben sich allem Anscheine nach aus der äusseren Bindegewebsmembran und theilen sich durch Abspaltung einzelner Faserbündel oder einzelner Fasern oft mehrfach. Indem solche Fasern und Faserbündel sich wiederum anderen Zügen anschliessen, entstehen vielfältige Verbindungen derselben untereinander, und häufig geschieht es, dass bei einer oftmaligen und regelmässigen Wiederholung dieses Vorganges, die Balken zu den ausgesprochensten Netzwerken sich vereinen, welche an der inneren Cystenfläche, und grösstentheils auch nach innen von

---

[1] Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. I, Seite 205.

den Gefässen hinziehen. Diese Balken und Netzwerke beobachtet man ganz regelmässig an Cystenwandungen von Erwachsenen, ja sie treten hier sogar häufig als das vorwaltende Bindegewebselement auf, gegenüber welchem die äussere Bindegewebslage in den Hintergrund tritt; es verlaufen alsdann auch die Gefässe in dieser Schichte, deren Balken immer breiter, deren Lücken immer enger werden; bei Kindern habe ich selbe wohl auch als zarte, doch schön ausgebildete Netze vorgefunden, jedoch durchaus nicht regelmässig, wie schon aus den Abbildungen hervorgeht. Bemerkenswerth erscheint es mir, dass man einzelnen Balken platte, mit Fortsätzen versehene, einen ovalen Kern und ein feingranulirtes Protoplasma zeigende Zellen, Bindegewebsplatten, auflagern sieht. Fig. 15, *b, b*.

Ein weiterer Unterschied tritt uns in den grösser erscheinenden Capillargefässnetzen entgegen. Schon bei Lupenvergrösserung kann man an einem abgetragenen Stück Cystenwand, namentlich deutlich, wenn man es von der Innenfläche aus betrachtet, ein ungemein zierliches Gefässnetz erkennen, das umsomehr in die Augen fällt, je stärker die Gefässe mit Blut erfüllt sind, da es sich dann durch seine Farbe von der, auf dunklem Hintergrund leicht bläulich aussehenden Cystenwand sehr gut abhebt. (In Fig. 11, c^1 ist dasselbe angedeutet.)

Mit dem Microscop gewahrt man neben einzelnen Arterien und Venen ein zumeist in der äusseren Bindegewebslage über das ganze Präparat ausgebreitetes Gefässnetz, das sich aus gröberen und feineren Capillarröhrchen, in deren Wandungen vereinzelte spindelförmige Zellen auftreten, zusammensetzt. Diese Gefässnetze bilden viereckige oder polygonale Maschenräume, die zumeist durch überwiegend einseitige Ausdehnung stark in die Länge gezogen sind. In der beigegebenen Abbildung sind die Gefässe allenthalben vollgestopft mit schrumpfenden Blutkörpern, ein sehr gewöhnlicher Befund.

Was endlich die zelligen Elemente der Cystenwand anbelangt, so finden wir dieselben zarten, platten, verästigten Gebilde, wie sie uns aus den Bildern Fig. 13 und 14 bekannt sind, auch hier. Dieselben lagern theils wie erwähnt den Balken auf, theils treffen wir sie in der äusseren Bindegewebslage, und glaube ich berechtigt zu sein, sie ihrer Gestalt und Lage nach als Endo-

thelzellen zu bezeichnen. In ihrem Aussehen gar nicht von diesen unterschieden, finden wir auch hier wieder die Perithelzellen, vereinzelt, oder, wie namentlich in den Theilungswinkeln der Gefässe, zu mehreren übereinanderliegend, diesen letzteren aufgelagert. Manchmal sieht man sie mit den Endothelzellen durch ganz zarte Protoplasmafortsätze in Verbindung stehen, (Fig. 15, *c*) und dies, sowie die Übereinstimmung in der äusseren Form, gestatten die Vermuthung, dass die Endothelplatten als ins Bindegewebe gelangte Perithelzellen anzusehen seien, eine Vermuthung, die an Wahrscheinlichkeit nur gewinnen kann durch den Umstand, dass um manche Capillaren die Perithelzellen sehr zahlreich, selbst in doppelter Schichte auftreten, während sie an anderen nur sehr spärlich wahrzunehmen sind.

Ausser den bisher geschilderten Zellen sind stets noch solche wahrzunehmen, die sich durch eine mehr weniger runde Gestalt, und einen eben solchen Kern auszeichnen, und deren manche an weisse Blutkörper erinnern, indem der granulirte Kern nur von einem sehr spärlichen Protoplasmaleibe umgeben ist. Andere zeigen bereits eine grössere Menge von Protaplasma, und damit meist auch eine Abweichung in der Gestalt; sie werden jetzt mehr eckig, polygonal, oder bekommen nach der einen und anderen Seite hin einen kurzen, stumpfconischen oder einen zugespitzten Fortsatz; weitershin erscheinen auch die Kerne nicht mehr rund, sondern werden länglich, oval, und die Zahl der Fortsätze des Zellleibes vermehrt sich. Wenn man in zahlreichen Präparaten die vorher geschilderten Zellenformen mit den eben erwähnten vergleicht, erscheint es immer wahrscheinlicher, dass vielfache Übergangsformen von den runden, einem weissen Blutkörperchen ähnlichen Zellen zu den Endothelplatten und Perithelzellen, hier vorliegen, und dass wir es schliesslich in letzteren mit umgewandelten, zu der bezüglichen Grösse und Gestalt herangediehenen Blutkörperchen zu thun hätten, die aus den zahlreichen Capillaren ausgewandert sind. Bei aufmerksamer Betrachtung wird jederman auch schon in den drei Abbildungen. Fig. 13, 14 und 15, eine ziemlich vollständige Reihe von dem einen zum andern Extrem finden, und zugleich merken, dass die rundlichen Zellen (Fig. 14) zumeist unmittelbar an oder auf den Gefässen liegen; dieses Lageverhältniss ist jedoch durchaus kein

constantes; ich habe an anderen Präparaten die rundlichen Zellen auch entfernt von den Gefässen im Bindegewebe, und sehr zahlreich auch im Cysteninhalte getroffen, allerdings dann vielfach mit den Zeichen der beginnenden, und weiter vorgeschrittenen Hydropsie. Erwähnenswerth scheint mir betreffs dieser Zellenformen noch, dass man oft Theilungserscheinungen an ihnen wahrnehmen kann; man beobachtet in ihnen einseitig eingeschnürte Kerne, bisquitförmige Kerne, sowie solche, die die grösste Ähnlichkeit mit den als Zwicker bekannten Augengläsern haben. Endlich sieht man zwei Kerne, die in zwei, nur durch einen dünnen Faden miteinander verbundenen, Protoplasmahäufchen lagern.

Es geht durchaus nicht an, aus den geschilderten Erscheinungen von Zellentheilung und Zellenwachsthum in der Cystenwand den Schluss zu ziehen, dass wir es mit einer Bindegewebsneubildung im Sinne Häckels zu thun hätten; denn erreichen einerseits diese Vorgänge niemals die grosse Heftigkeit und allgemeine Ausbreitung, wie wir sie bei Neoplasmen zu sehen gewohnt sind, so wird ihnen besonders auch dadurch ihre Stellung innerhalb physiologischer Grenzen angewiesen, dass ganz die gleichen Erscheinungen an der normalen *Tela choroidea* zur Beobachtung kommen.

Haben wir aus den gegebenen Beschreibungen der Cystenwandungen verschiedenaltriger Individuen ersehen, dass einige Unterschiede wahrnehmbar sind, namentlich betreffs der Dicke der Wandungen und des bei Kindern entweder ganz fehlenden oder nur sehr zarten, bei Erwachsenen hingegen immer scharf und deutlich ausgesprochenen Balkennetzes, so lehrt uns eine Untersuchung verschiedener Cystenwandungen von Erwachsenen, dass der Bau derselben im allgemeinen der oben gegebenen Schilderung entspricht, und nur Abänderungen theils durch partielle Verdickungen in den Maschenräumen der Gefässnetze, die erwähnten grauweissen Fleckchen, theils durch ein mehr oder minder zahlreiches Auftreten von geschichteten Körpern hervorgerufen werden. Anderweitige wesentliche Unterschiede sind nicht festzustellen.

Wenn ich jetzt einen Vergleich anstelle zwischen dem Bau der Cystenwände und den Verhältnissen, wie sie an der ganz

normalen, von dem Orte der Cystenbildung möglichst entfernten *tela choroidea* desselben Individuum oder, sofern es sich um Kinder handelt, eines im Alter nicht gar zu sehr abweichenden Individuum, wahrzunehmen sind, so finde ich die vollkommenste Übereinstimmung. Ein mir gerade vorliegendes Präparat von der *tela chor.* eines sechswöchentlichen Kindes zeigt so sehr die nämlichen Verhältnisse, wie ich sie von der Cystenwand des einjährigen Knaben beschrieben und in Fig. 14 abgebildet habe, dass jede Beschreibung nur Wiederholung sein würde. Zu demselben Ergebnisse gelange ich, wenn ich bei Erwachsenen diese Vergleiche vornehme, und es ist somit wol kein Zweifel mehr möglich, dass die schon aus der macroscopischen Untersuchung gewonnene Ansicht über die Entstehung der Cysten die richtige sei.

Ich gehe nun zur Beschreibung des bis jetzt gänzlich ausser Acht gelassenen Epithels über, von dem die äussere Cystenoberfläche bedeckt wird. Ich werde mich bei dessen Schilderung an Präparate halten, die von Cysten, welche kürzere oder längere Zeit in Müllerscher Flüssigkeit gelegen, gewonnen wurden. Namentlich wenn es sich um die Beobachtung isolirter Zellen und deren Fortsätze handelt, ist diese Flüssigkeit sehr zu empfehlen; aber auch ganze zusammenhängende Häutchen lassen sich nach längerer Einwirkung derselben leicht darstellen. Irgend eine Tinction habe ich nicht blos für unnöthig gefunden, sondern sogar eher für schädlich; durch Tingiren werden die Zellen nur dunkler aber nicht deutlicher.

Die isolirten Epithelien der Cystenwandungen erscheinen von ihrer oberen Fläche aus gesehen als polygonale, mit scharfen, manchmal etwas ausgezogenen, oder aber mit abgerundeten Ecken versehene Zellen, die das einemal nach einer Seite hin eine überwiegende Ausdehnung besitzen, und länglich erscheinen, das anderemal eine mehr gleichmässige Flächenausbreitung zeigen, und dann gar nicht selten mehr weniger rundlich sind. Ihre Dicke ist nicht unbeträchtlich, bleibt jedoch stets selbst hinter dem kleinsten Durchmesser der Flächenausdehnung zurück. Der begrenzende Zellcontur ist stets sehr scharf und deutlich, und nur wenn die Zellen eng aneinander gelagert sind, kommt es hin und wieder vor, dass die gegenseitige Begrenzung

zweier Zellen schwer wahrzunehmen ist. Der rundliche oder auch ovale Kern, welcher sich in der Zelle vorfindet, ist selten gekörnt, gewöhnlich erscheint derselbe blass, homogen, und häufig nimmt man innerhalb desselben ein oder zwei Kernkörperchen wahr; er findet sich entweder in der Mitte der Zelle oder auch nahe dem Rande derselben. Das Protoplasma ist feinkörnig, und in demselben treten nicht selten vereinzelte, zerstreut stehende, oder zu kleinen Gruppen vereinte und häufig in der Nähe des Kernes vorfindige, grobe Körner von gelbrother Farbe und starkem Glanze auf. Sie sind allem Anscheine nach Pigmentkörner. Ausser diesen kleinen, runden Körnern gewahrt man aber fast ausnahmslos in jeder Zelle ein grösseres, rundes oder unregelmässiges, eckiges Korn von gelbröthlicher Färbung, das entweder homogen, oder aber grobkörnig erscheint, ähnlich als ob es aus den vorhin beschriebenen, kleineren zusammengebacken wäre oder in solche zerfallen wollte. (Fig. 17 *d.*) Anderemale sieht man nur ein einzelnes, kleines Körnchen im grösseren. (Fig. 17 *e.*) Wenn diese Körner, welche meist in der nächsten Nähe des Kernes anzutreffen sind, in den Cystenepithelzellen Erwachsener eine regelmässige Erscheinung sind, so findet man sie bei Neugebornen und kleinen Kindern fast niemals. Ich möchte sie am liebsten als Pigmentkörner ansprechen in Übereinstimmung mit Valentin[1], der sie als der erste an den Epithelien der Adergeflechte beschrieben, und für „runde Pigmentkügelchen" erklärt hat. Dieser alten Auffassung stehen andere entgegen, wornach sie Fetttröpfchen wären. Luschka[2] spricht sich gegen beide Auffassungen aus, und bringt sie mit Stäbchen und ringförmigen Gebilden in Verbindung, die im Innern der Zellen in der Nähe des Kernes sich entwickeln, wenn sie grösser geworden aber auch frei zwischen und über den Epithelien angetroffen werden, und in mehrfacher Hinsicht den elastischen Formelementen ähneln. Er sagt: „Betreff ihrer (der Stäbchen und Ringe) Entstehung ist es mir zur Gewissheit geworden, dass sie aus der Metamorphose des neben dem Kerne der meisten Adergeflechtzellen befindlichen dunklen Körperchens

---

[1] *Nova acta physico medica 1836.*

[2] l. c. pag. 128.

hervorgehen. . . . . . . Schon aus dieser Metamorphose ist es ersichtlich, dass jenes Körperchen neben dem *Nucleus*, nicht ein Fetttröpfchen ist. Welchen Ursprung und welche Bedeutung für die Zelle es habe, ist mir nicht klar. Möglich ist es, dass es das veränderte, primäre Kernkörperchen ist, welches durch die Schmelzung des ursprünglichen *Nucleus* frei geworden ist, und sich nun neben dem später neu entstandenen Kerne, innerhalb der Zelle weiter entwickelt hat, und nach dem Zerfall dieser frei geworden ist.“ Man sieht, welche Aufmerksamkeit dem in Rede stehenden Gebilde geschenkt wurde, und es musste mir für die Feststellung der Identität der normalen Epithelzellen des Plexus und jener der Cystenwandungen wichtig erscheinen, sein Vorhandensein in letzteren zu constatiren.

Henle[1] schildert an den Plexusepithelien kurze, schmale und spitz zulaufende, wasserhelle Fortsätze, die gegen die unterliegende Bindegewebsschichte gerichtet sind. Luschka[2] beschreibt dieselben gleichfalls, gibt aber entgegen Henle an, dass die Fortsätze theils kleine, spältchenartige Intercellularräume benachbarter Zellen ganz ausfüllen, theils nach der Oberfläche der Adergeflechtzotte hin sich entwickeln. Ich finde die Fortsätze an den Cystenepithelien gleichfalls, und habe sie in Fig. 16 theils an vollständig isolirten, theils an noch in kleinen Gruppen beisammenstehenden Zellen sorgfältig abgebildet. Dieselben erscheinen als sehr zarte und schmale, würzelchenartige, entweder nur ganz kurze (16, *a*), oder aber längere (16 *b* und an verschiedenen der isolirten Zellen) Gebilde, die sich an ihrem Ende in zwei oder mehre kurze Ästchen theilen, oder aber einfach spitz auslaufen; andere sind nicht so dünn, sondern zeichnen sich im Gegentheil durch eine beträchtliche Breite aus, die gegen das Ende hin oft noch zunimmt; diese breiteren Fortsätze lösen sich fast regelmässig in kurze, zarte Endästchen auf (Fig. 16, in der Gruppe *a* und *b*, und noch schöner an vielen einzelnen Zellen). Die Fortsätze treten theils an den Ecken der Zellen hervor und es scheint dann als ob eine Ecke mit allmäliger Verjüngung ausgezogen wäre, theils kommen sie an den Seiten zum

---

[1] Henle, allg. Anatomie, §. 228, Leipzig 1841.

[2] l. c. §. 124.

Vorschein; man bemerkt aber selten den Contur der Zelle in den des Fortsatzes übergehen, wie Fig. 16 bei *β*, sondern derselbe läuft ununterbrochen fort, und der Fortsatz scheint von untenher aus der Zelle sich zu entwickeln. Manchmal kann man die Fortsätze durch das Protoplasma der Zelle durchschimmern sehen (Fig. 16 *α*), und sich überzeugen, dass sie aus der Auflagerungsfläche derselben heraustreten. Die gezeichneten Zellen wenden ihre freie Fläche nach oben, und man sieht an ihnen oft auffällig deutlich, dass die Fortsätze in einer schiefen Richtung nach abwärts und auswärts ziehen, und so ins unterliegende Bindegewebe und unter nachbarliche Zellen gelangen (Fig. 17 *a*, *b*, *c*.). Die Fortsätze zeigen alle eine möglichst noch feinere Körnung als die Zellen selbst. Nach meinen Wahrnehmungen muss ich den Angaben Henle's betreffs der Richtung der Fortsätze beipflichten, und kann die diesbezüglichen Luschka'schen Beobachtungen nicht bestätigen. Ebensowenig kann ich des letzteren Angabe, als lägen die Zellen in zwei bis drei Schichten übereinander, anerkennen, da ich mich zu oft überzeugt habe, sowohl an Zotten als an Cystenwandungen, dass die Epithelien nur in einer einfachen Lage vorhanden sind (Fig. 17). Zusammenhängende, abgelöste Epithelhäutchen, oder Epithelien, die noch auf dem Bindegewebslager aufsitzen, erscheinen das einemal ganz eng an einandergelagert und nur durch dunkle Zellconturen getrennt (Fig. 16 *a* und *b*), oder man nimmt ein anderesmal wahr, dass sehr breite, helle Intercellularräume, die wie ein geregeltes Canalsystem untereinander zusammenhängen, die Zellen trennen. An sehr breiten Intercellularräumen, oder an Stellen, wo etwa eine Zelle ausgefallen ist, sieht man das streifige Bindegewebslager zum Vorschein kommen (Fig. 17 und 14 *e*).

Stimmen nun nach der gegebenen Beschreibung die Epithelzellen der Cystenwand mit denen der Plexus in allen Einzelnheiten, betreffs derer die Forscher einig sind, überein, und vermag ich, bei gleicher Behandlung und Methode der Untersuchung, gar keine Unterschiede an ihnen zu finden, so ist wohl dadurch ein Grund gegeben, für die Aufrechthaltung der Annahme, dass die Cysten durch Auseinanderweichen der Plexusblätter und Hydropischwerden von Zotten entstehen.

Gegenüber der obenerwähnten Annahme von Schrant, dergemäss die Cysten durch Umbildung der normalen Epithelzellen entstehen sollen, kann ich jetzt erwähnen, dass mir niemals Befunde aufgestossen sind, durch welche diese Annahme gerechtfertigt würde. Ich habe Veränderungen an den Epithelien, die als Umwandlung derselben zu zarten Eiweisszellen und weitershin zu Colloidblasen gedeutet werden könnten, nie beobachtet. Aber selbst wenn derartiges vorkommen sollte, so könnte ich mir noch durchaus nicht vorstellen, wie so auf diese Weise Cysten mit Bindegewebswandungen und darauflagerndem, normalen Epithel entstehen möchten; Epithelzellen, die in dieser Art erkrankten, würden höchst wahrscheinlich entweder zerfallen, oder abgestossen werden und in die Hirnhöhlenflüssigkeit hineingerathen.

Auch im Falle als man die Lehre Häckels als richtig annehmen würde, möchte es nicht leicht sein, sich das ganz normale Verhalten der Epithelien zu erklären, wenigstens glaube ich nicht so leicht, als es durch Annahme der hier vertretenen Ansicht thunlich ist.

Es erübriget nur noch die Aufgabe, den Cysteninhalt einer näheren Untersuchung zu unterziehen; ich werde dabei namentlich den vernachlässigten Bindegewebsflöckchen und Knötchen meine Aufmerksamkeit zuwenden; den flüssigen Inhalt, und die in demselben suspendirten, geformten Bestandtheile, Reste zerfallender und umgewandelter Zellen, werde ich nicht näher beschreiben, da sich dieselben eingehend bei Häckel[1] erörtert und abgebildet finden, und ich ihnen die Bedeutung und Wichtigkeit, mit der sie von diesem Forscher ausgestattet werden, nicht beilegen kann.

Wie gleich am Eingange dieser Abhandlung erwähnt wurde, findet sich in den Cysten fast regelmässig Bindegewebe vor; ich beobachtete dasselbe, allerdings nur sehr selten, in Form einer zarten, die Innenfläche der Cystenwand auskleidenden, ihr jedoch nicht eng anliegenden, und stets leicht wegnehmbaren Membran, die gleichsam eine zweite, innere Cystenwand darstellte; für gewöhnlich findet man einen lockeren, weichen,

[1] l. c. Seite 276 u. f.

einer zusammengefalteten Spinnenwebe ähnlichen, an seiner Oberfläche glatten, bindegewebigen Knäuel, der durchtränkt und allseitig umspült wird von der Cystenflüssigkeit; derselbe hängt mit der Cystenwandung nur durch äusserst zarte, kaum wahrnehmbare, und sehr zahlreiche, oder durch stärkere, seidenfadendicke, vereinzelte Bindegewebsbälkchen zusammen; in den letzteren findet man gemeinhin ein entsprechend grosses Gefässchen, welches mit ihnen in den Knäuel eintritt, durch denselben ohne eine merkliche Abgabe von Ästen hinzieht, und an einer anderen Stelle wieder zur Cystenwand gelangt. Man kann derlei Gefässe beim Eröffnen von Cysten nicht selten wahrnehmen, und es ist augenscheinlich, dass uns in ihnen die, zwischen den beiden Blättern des Plexus normaler Weise verlaufenden Gefässe vorliegen, welche beim Auseinanderweichen derselben auf eine grössere oder geringere Strecke frei wurden, und nun den Cystenraum durchstreichen, ohne in innigeren Beziehungen zum Bindegewebsknäuel zu stehen. Wenn Cystenconglomerate miteinander in Höhlencommunication stehen, so durchsetzen die Knäuel in ununterbrochenem Zusammenhange die Räume derselben. Sind die Bindegewebsknäuel in den Cysten von Erwachsenen fast ausnahmslos zugegen, so traf ich sie einigemale auch schon in den Cysten von Kindern, wo sie als kleine, in der Mitte der Cyste gelagerte, weissliche Flöckchen durch die zarte Wand hindurchschimmerten; obgleich ich also bei Kindern ihr Vorhandensein oft nicht feststellen konnte, so wage ich doch nicht deren regelmässiges Vorhandensein in Abrede zu stellen, weil bei der ungemeinen Zartheit der Objecte ein vermeintliches Nichtsehen derselben leicht ein Übersehen sein kann. Beim Erwachsenen sind die Knäuel durchsetzt von den bekannten geschichteten Körpern und Sandkugeln, welche oft so zahlreich werden, dass sie grosse, die Cyste erfüllende, von den Fäden und Lamellen des Bindegewebes zusammengehaltene, rundliche Haufen bilden, und die Cyste dann zutreffend mit den Eiersäcken der vagabundirenden Spinnen verglichen werden kann, bei denen die zahlreichen Eichen eingebettet in feine Spinnenweben, von einer gemeinsamen Hülle, Eiersack, umschlossen sind. In der aufgeschlitzten Cyste Fig. 3 und an den Halbirungsschnitten Fig. 10 und 11 sind Bindegewebsknäuel ersichtlich.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass diese Knäuel, sich zusammensetzen aus vielfach verschlungenen und einander durchsetzenden, langhingezogenen, streifigen Bindegewebsbalken, die das einemal im wirren Durcheinander filzartig verflochten sind, das anderemal aber deutliche Netze und Maschenwerke bilden, und ein weniger unordentliches Aussehen darbieten. Die einzelnen Balken besitzen eine sehr verschiedene Breite, indem von mächtigen, stark hervortretenden, aus zahlreichen Fibrillen zusammengesetzten Bündeln zu zarten, isolirten Bindegewebsfasern alle möglichen Zwischenstufen bemerkbar sind. Vergleiche ich diese Netze und Balken mit dem Gewebe der *Arachnoidea*, und der subarachnoidealen Räume, so finde ich eine nicht zu verkennende Ähnlichkeit, und die Schilderung, welche Luschka[1] von ersterer gibt, könnte fast wörtlich für die Bindegewebsknäuel der Cystenräume angewendet werden. Von dem Reichthum an capillaren Gefässen, der in der Cystenwandung sich zeigte, ist hier nicht die Spur vorhanden, ebensowenig wie wir in der *Arachnoidea* Gefässe vorfinden. Wird man durch die formelle Gleichartigkeit der den Bindegewebsknäuel constituirenden Balkennetze, und durch die Gefässlosigkeit derselben schon zu der Meinung gebracht, es liege arachnoideales Gewebe vor, so können die zelligen Elemente, denen man begegnet, diese Meinung nur bestärken. Soweit man aus guten Präparaten entnehmen kann, finden sich in den Maschen der Netzwerke zahlreiche zarte, platte, von der Kante gesehen spindelförmig erscheinende Zellen mit körnigem Protoplasma, in dem oft zahlreiche Fettkügelchen auftreten, und einem spärlich gekörnten, ovalen Kern. Von dem Leib der Zelle, dessen Contur häufig undeutlich erscheint, gehen einfach spitz zulaufende, oder breite, membranartige Fortsätze ab, die alle das körnige Aussehen des Protoplasma zeigen (Fig. 19). Derlei Zellen füllen neben runden, häufig stark aufgeblähten, und augenscheinlich in Zerfall begriffenen Zellen, die Lücken der Netze aus, oder sie lagern den Balken auf und umkleiden sie theilweise. Hin und wieder kann man sogar wahrnehmen, dass dieselben sich zur Bildung von förmlichen Häutchen, Endothelhäutchen, zusammenlagern, und als

[1] L. c. S. 67.

solche das Balkengewebe überziehen und umhüllen (Fig. 18). Sind schon an diesen Häutchen die Grenzen der einzelnen Zellen oft nur schwer oder auch gar nicht zu erkennen, so stossen einem nur zu oft Befunde auf, wo man nur mehr aus deutlichen, ovalen Kernen, die sich mit Picrocarmin und Hämatoxylin noch schön färben, auf das einstige Dagewesensein von Endothelzellen und Endothelhäutchen schliessen kann, oder wie Luschka meint, aus einem Blastem sich entwickelnde Zellen vor sich hat. Man findet nämlich die Bindegewebsbalken bedeckt und eingelagert in eine diffuse, sehr feinkörnige, staubartige Molecularmasse, in der zahlreiche, granulirte, länglich ovale Kerne vorhanden sind. Mir macht die Sache den Eindruck, weniger von sich entwickelnden, als vielmehr von zerfallenden Zellen, umsomehr als häufig sich Fettkügelchen zerstreut oder in kleinen Gruppen vorfinden.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass wir es in den geschilderten Zellen mit Endothelien zu thun haben, wie sie in ganz der gleichen Weise auch in der *Arachnoidea* gefunden, und schon von Luschka[1] geschildert werden. —

Die Bindegewebsknäuel, welche wie wir eben gesehen haben aus arachnoidealem Gewebe bestehen, hängen, wie bei deren macroscopischer Beschreibung erwähnt wurde, durch zahlreiche, zarteste Fäserchen mit der Cystenwand zusammen und dürften aus jenen oben geschilderten, und in Fig. 15 abgebildeten Balkenwerken, an denen man gleichfalls vereinzelte Endothelzellen aufliegen sieht, entstehen, oder wenigstens sich vergrössern, welche an der Innenfläche der Cystenwandungen Erwachsener, und hin und wieder selbst Kinder gefunden werden. Ich sage, die Knäuel dürften sich wenigstens vergrössern von der Cystenwand aus, weil man durch Untersuchung des normalen Plexusgewebes Anhaltspunkte gewinnen kann, welche einem die berechtigte Annahme gestatten, dass gleich mit den ersten Schritten zur Bildung des Cystenraumes auch der, wenn auch nur microscopisch nachweisbare Anfang zur Bildung des Bindegewebsknäuels gegeben wird. Man kann sich bald nämlich überzeugen, dass in die Zusammensetzung des

[1] L. c. S. 68.

Gewebes des Plexus choroideus nebst dem zarten *pia mater* Gewebe auch Balken und Netze eingehen, welche ganz die Charaktere des von Luschka geschilderten, arachnoidealen und subarachnoidealen Bindegewebes tragen, und die ich mich nicht scheue als Fortsetzungen der *Arachnoidea* zwischen die Blätter der die Plexus der Hauptsache nach bildenden *pia mater* anzusehen, wenn auch gerade das Verhalten der letzteren und der *Arachnoidea* zu einander in den Hölen des Gehirnes noch nicht endgiltig festgestellt ist, ja wenn selbst, freilich nur als Reaction gegen die Lehre von Bichat, angenommen wurde, dass die *Arachnoidea* nur bis zum Anfang der *vena magna Galeni* gehe, und dort als Blindsack ende. Als selbstständige, anatomisch etwa noch darstellbare Membran geht sie allerdings nicht in die Plexus ein, aber microscopisch lässt sich ihr Gewebe bestimmt nachweisen. Demnach würde, sowie die Blätter der *pia mater* zur Bildung der Cyste auseinanderweichen, schon das arachnoideale Gewebe als Cysteninhalt vorliegen, und es liessen sich demnach die Cysten selbst, wenigstens theoretisch, auffassen als durch den Ort ihrer Entstehung eigenthümlich modificirte, erweiterte subarachnoideale Räume; findet man sie doch auch am öftesten mit gleichzeitiger Erweiterung der subarachnoidealen Räume an der äusseren Oberfläche des Gehirnes vor, und lassen sich die gleichen Verhältnisse für beide als ursächliche Momente heranziehen.

Cystenbildung an den Plexus und Ödem der *pia mater* findet man einerseits bei Individuen, die im Leben an öfter wiederholten, oder längere Zeit währenden Stauungshyperämien gelitten (chronischer Alcoholismus, Psychosen); bei Puerperen fand ich sehr häufig Cysten, die sich wohl auch durch die behinderten Circulationsverhältnisse während der Zeit der Schwangerschaft erklären lassen dürften, sowie die Cysten bei Neugeborenen und wenige Tage alten Kindern sich auf Rechnung der, während eines prolongirten Geburtsactes eintretenden, Gehirnhyperämie gesetzt werden mögen; anderseits finde ich Cysten fast regelmässig bei Individuen mit schlechter, wässriger Blutbeschaffenheit, bei Phthisikern, und bei langwierigen Processen von Caries, wo ja seröse Transsudate auch anderorts auftreten, und namentlich auch Ödem der *pia mater* sich zeigt.

Ich glaube damit zu einer ganz naturgemässen Auffassung und Erklärung der Plexuscysten gelangt zu sein, dass ich dieselben, die Lehren van Ghert's, Rokitansky's und Luschka's modificirend, als erweiterte, unter normalen Verhältnissen wegen ihrer microscopischen Kleinheit vielleicht kaum, oder nur sehr schwer nachweisbare, (Injectionsversuche sind mir bis jetzt noch nicht gelungen) subarachnoideale Räume hinstelle.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Cysten an der *vena choroidea* = *v*, eines wenige Tage alten Kindes. *c* = zwei hintereinanderstehende Cysten, *plz* = Plexuszotten.

Fig. 2. Längs der *vena chor.* aufsitzende, durch Auseinanderweichen der Plexusblätter entstandene Cysten = *c*, c^1, von verschiedener Grösse und Spannung der Wandungen. Bei c^1 sieht man eine, den verdickten Partieen der Wand entsprechende Fleckung und Punktirung. vv^1 = *vena chor.*, v^1 hinteres, *v* vorderes Ende derselben.

Fig. 3. Eine über erbsengrosse, etwa 1 Ctm. vor dem, zu einem aus hanfkorngrossen Cysten bestehenden Conglomerate verwandelten Glomus gelegene, der *vena choroid.* anliegende Cyste, welche durch Auseinanderweichen der Plexusblätter entstanden ist, und in der man einen, mit zahlreichen Fäden der Wand anhaftenden Bindegewebsknäuel = *a* sieht. *p* = zottenlose Partie des Plexus längs der Vene. *plz* = Überreste von Zotten auf der Cystenwand, die sich aus der unmittelbaren Nähe des Glomus erklären. *v* = *vena chor.*, welche sich an der Oberfläche der Cyste, innig mit ihr verwachsen, hinzieht. Bei *b* bemerkt man die Cystenwand ganz allmälig in die *tela chor.* übergehen.

Fig. 4. *c* = Cyste, welche einem grösseren, aufgeschlitzten Gefässe = *v*, der längsfaltigen *tela choroidea* des Unterhornes = *t*, mit scharfer Einschnürung aufsitzt. Die dunklen, von der Basis ausgehenden Streifen sind Verdickungen der sonst zarten Cystenwand.

Fig. 5. Eine längliche, etwa hirsekorngrosse Cyste = *c*, welche sich an der ganz zottenfreien Partie des Plexus vor dem Glomus, die sich zwischen der *vena chor.* = *v* und dem Zottenstreifen = *plz* ausbreitet, befindet. *p* = die zottenlose Partie.

Fig. 6. Eine zartwandige, hirsekorngrosse Cyste = *c*, welche sich im zottenfreien Antheile = *p* des Plexus des Unterhornes, gerade im Theilungswinkel eines Gefässes = *d* befindet. Durch die Cyste sieht man ein feines Gefäss von untenher durchschimmern. *f* = der freie Rand des Plexus. Die Cysten 5 und 6 vom Plexus einer Puerpera.

Fig. 7. Ein Conglomerat von äusserst zartwandigen, mässig prall gespannten Cysten, deren grösster ein geschlängeltes Gefäss oberflächlich auflagert, zu dessen beiden Seiten die Cyste sich hervorbaucht.

In ähnlicher Weise findet man bei geänderter Lage Gefässe an den übrigen Cysten. *c* = Cysten. *plz* = Plexuszotten, *v* = grössere und kleinere Gefässe. Die Zeichnung ist dem Glomus einer 33 Jahre alten Frau entnommen.

Fig. 8. Mehrere kleine, die grösste kaum hanfkorngrosse, Cysten am vorderen Ende des Glomus, an denen man fadendicke, geschlängelte Gefässe über die Wandungen hinziehen sieht. *v* = grössere Gefässe, *vena chor*. *plz* = Plexuszotten am Glomus, dessen vorderes Ende und grösstentheils untere Fläche abgebildet ist.

Fig. 9. Cystös degenerirter, linker Glomus einer Puerpera. *v* = vielfach geschlängelte, fadendicke Gefässe, an denen zahlreiche, miteinander communicirende Cysten = *c*, aufsitzen, deren Wandungen durch eine mittelst Einstich injicirte Leimmasse prall gespannt sind. Einzelne der Cysten, deren grösste gut hanfkorngross sind, erscheinen wie leicht bestäubt durch partielle Verdickungen der Wand, so namentlich bei c^1, *a* vorderes, *b* hinteres Ende des Glomus.

Fig. 10 und 11. Halbirungsschnitte zweier, von der *vena chor*. aus mit Leimmasse, welche durch Berstung kleiner Gefässe der Cystenwandungen in die Cystenräume gelangt, injicirter Glomi. *a* vorderes, *b* hinteres Ende des Glomus. *c* = die geöffneten Cysten, aus denen die blaue Leimmasse entfernt ist. Bei c^1, Fig. 11 sieht man das zarte Gefässnetz der Cystenwand, hell gehalten; bei c^2 eine in die Cyste vorspringende Scheidewand, in welcher ein Gefäss verläuft. *d* = unregelmässige Cystenräume, welche zwischen der *pia mater* und dem Bindegewebskern des Glomus sich bildeten. *v. ch* = *vena chor.*

Fig. 12. Cysten an der unteren Fläche der *tela chor. media* = *tm*, in welcher zahlreiche, hellgezeichnete Gefässe verlaufen. *plz* = Plexuszotten, *v* = die arteriellen Gefässchen, längs welcher die Cysten aufsitzen, und zwischen denen sich eine Rinne = *r* befindet, die nach hinten und vorne breiter wird. An den grösseren Cysten sind ganz zarte Gefässe ersichtlich. Von einer 75 Jahre alten Frau. Fig. 1—12 sind mit Zuhilfenahme der Brücke'schen Lupe gezeichnet.

Fig. 13. Cystenwand von einem neugeborenem Kinde, in deren zarten Bindegewebslager auffällig weite, theilweise mit Blutkörpern strotzend erfüllte, Gefässe = *v* verlaufen, und zahlreiche, verschiedengestaltige Zellen ersichtlich sind.

Fig. 14. Zarte Cystenwand von einem einjährigen Kinde, in deren Bindegewebe sich ein sehr zierliches Gefässnetz = *v* ausbreitet In einzelnen Gefässen sieht man spärliche Blutkörperchen, und um die Gefässe herum, in deren Wandungen hin und wieder eine spindelförmige Zelle, bei *a,a*, ersichtlich ist, lagern zahlreiche verschieden gestaltete Zellen, Perithelzellen, welche bei *b* das

Gefäss ganz umhüllen. Man sieht auch runde, den weissen Blutkörpern ähnliche Zellen. *e* = mehre Epithelzellen.

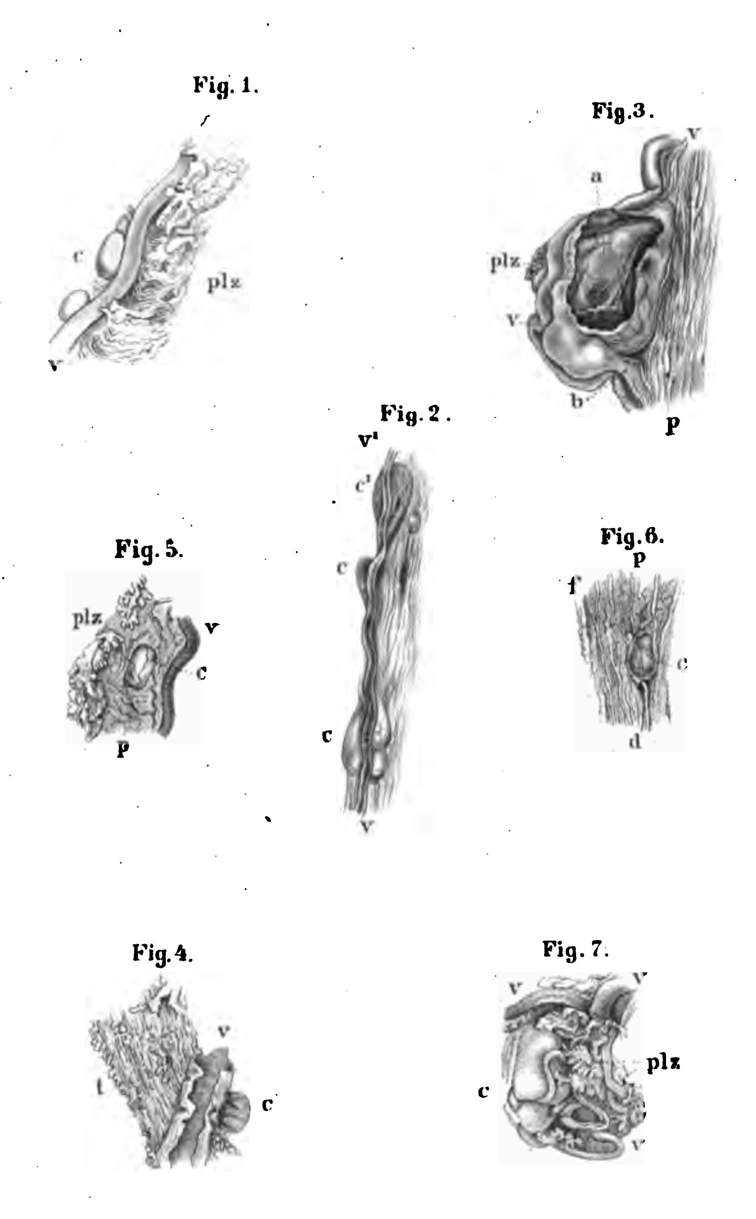
Fig. 15. Cystenwand, Innenfläche, vom Erwachsenen. In dem streifigen Bindegewebe verlaufen die bluterfüllten Gefässe, deren Wandungen Perithelzellen anlagern, die, wie bei *c*, mit Zellen, welche im Bindegewebe liegen, in Verbindung stehen. *b* = Endothelzellen, welche den aus der Cystenwand sich erhebenden und über den Gefässen hinziehenden Balken auflagern. *a* = eine Verdickung der Cystenwand.

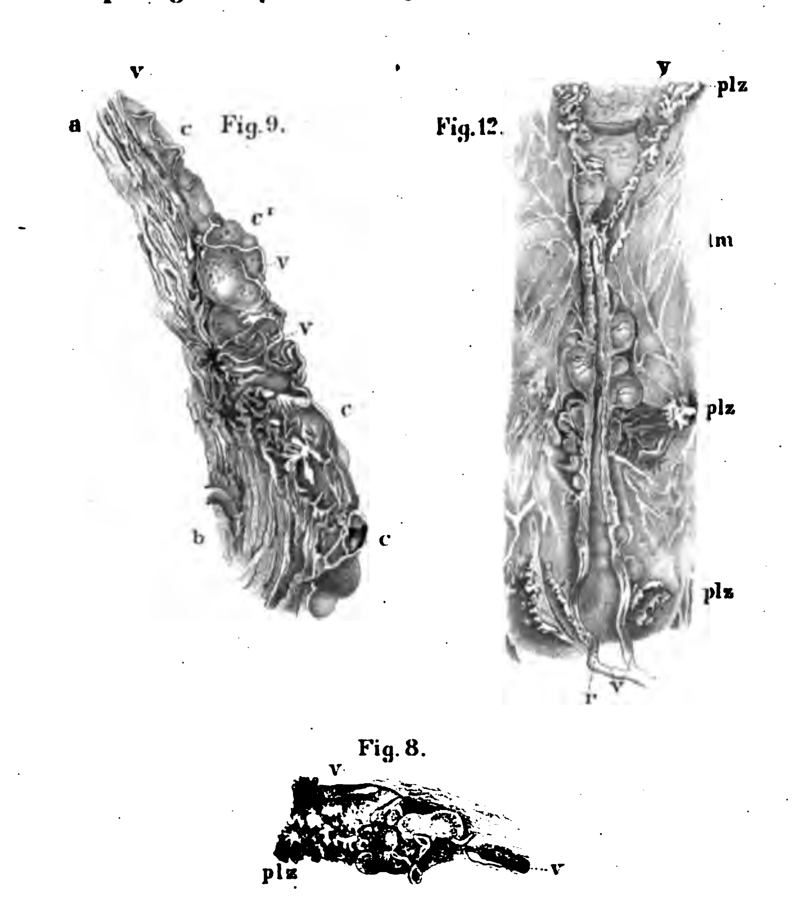
Fig. 16. Epithelzellen, theils isolirt, theils noch in kleinen Gruppen beisammenstehend, welche die verschiedenst geformten Fortsätze zeigen; von der äusseren Cystenoberfläche. Näheres im Texte.

Fig. 17. Der epitheliale Überzug der Cystenwand einer Puerpera. Bei *a*, *b* und *c* sieht man Fortsätze der Zellen ins Bindegewebe treten. *d* = grössere, gekörnte Körperchen neben dem Kern. *e* = solche mit einem central liegenden, einzelnen Körnchen. Die Intercellularräume, ähnlich einem Canalsysteme, deutlich sichtbar.

Fig. 18. Ein zartes Endothelhäutchen aus dem bindegewebigen Cysteninhalte eines 84jährigen Mannes. Die Zellconturen kaum mehr wahrnehmbar. Die ovalen Kerne färben sich schön roth mit Picrocarmin. Das Protoplasma grobgekörnt und einzelne Fett- oder Pigmentkörner in demselben sichtbar.

Fig. 19. Eine isolirte Bindegewebsplatte aus dem bindegewebigen Cysteninhalte.


Fig. 1.
f
c
plz
v
Fig. 3.
v
a
plz
v
b
p
Fig. 2.
v'
c'
c
c
v
Fig. 5.
plz
v
c
p
Fig. 6.
p
f
c
d
Fig. 4.
v
t
c
Fig. 7.
v
v
plz
c
v


Fig. 9.
v
a
c
c'
v
v
c
b
c
Fig. 12.
v
plz
lm
plz
plz
r
v
Fig. 8.
v
plz
v

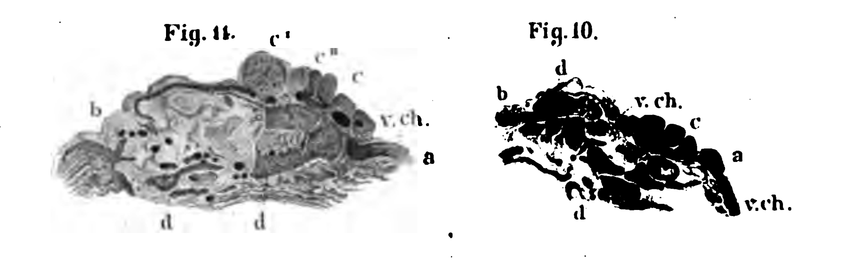
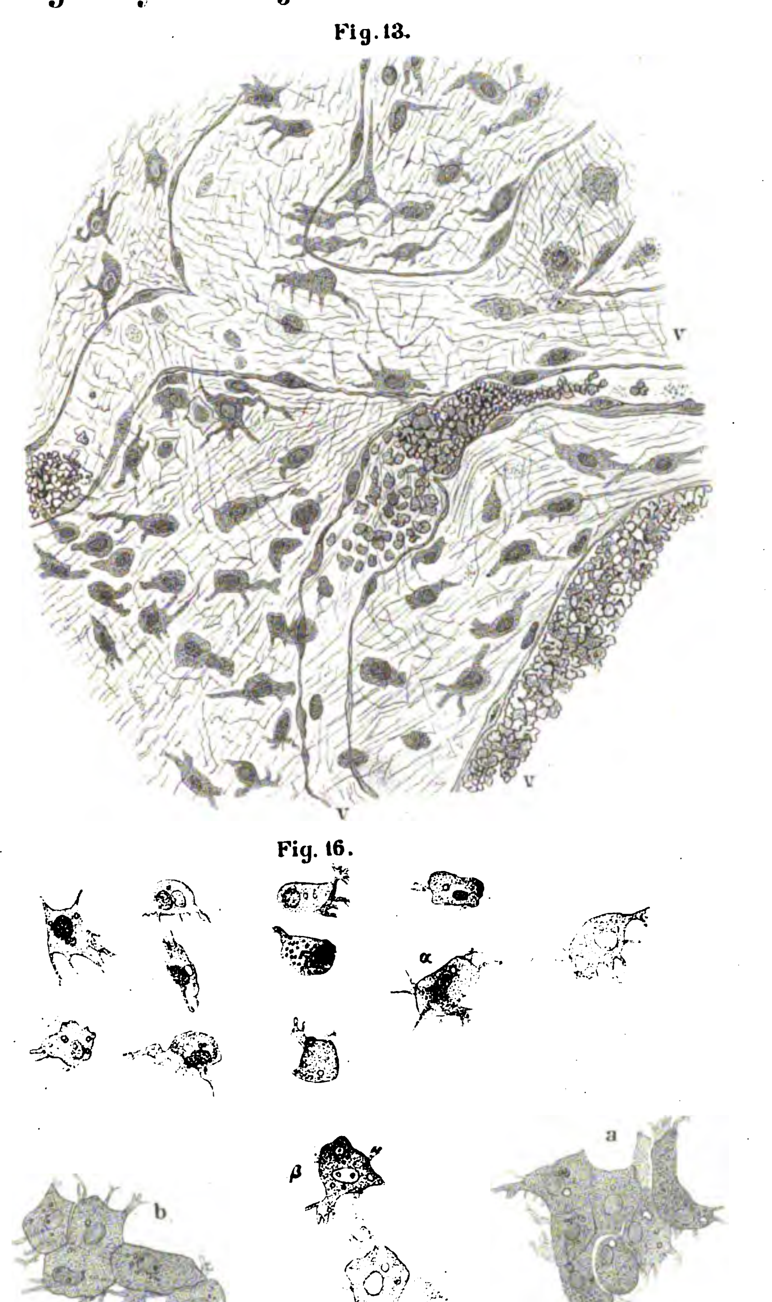

Fig. 11.
c'
c''
c
b
v. ch.
a
d
d
Fig. 10.
d
b
v. ch.
c
a
v. ch.
d


Fig. 19.
Fig. 18.
Fig. 15.
b
c
b
a

Fig. 13.



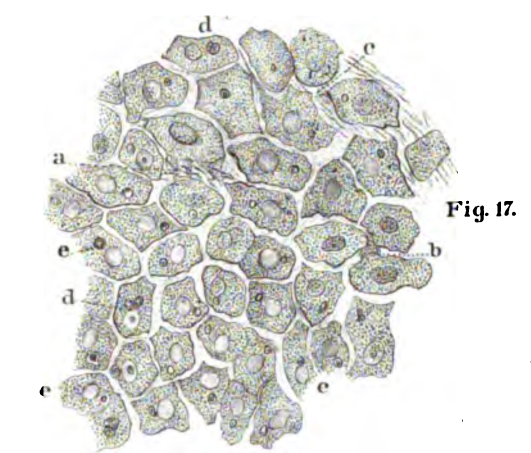
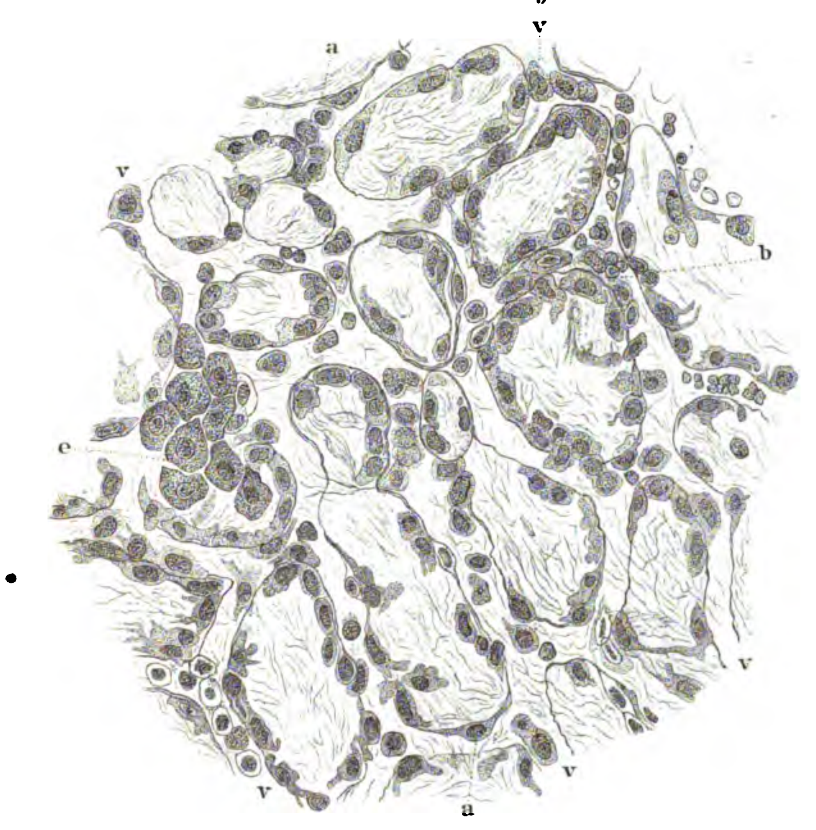


Fig. 17.

Fig. 14.



Gez. v. Verf. lith. v. Dr. J. Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

XXVII. SITZUNG VOM 14. DECEMBER 1876.

Das c. M. Herr Prof. Ludwig Boltzmann in Graz übersendet zwei Abhandlungen:

1. „Über die Aufstellung und Integration der Gleichungen, welche die Molekularbewegung in Gasen bestimmen“.
2. „Über die Natur der Gasmoleküle“.

Das c. M. Herr Prof. A. Toepler in Dresden übersendet nachstehende „Notiz über eine bemerkenswerthe Eigenschaft der periodischen Reihen“.

Herr Prof. Dr. Alex. G. Supan, d. Z. in Halle an der Saale, übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Studien über die Thalbildungen des östlichen Graubündens und der Tiroler Centralalpen. Als Beitrag zu einer Morphologie der genannten Gebiete“.

Herr Prof. Dr. J. Habermann übermittelt drei Mittheilungen aus dem Laboratorium für allgemeine Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Brünn, und zwar:

1. „Über die Methyläther des Resorcins“.
2. „Über das Glycyrrhizin. Vorläufige Mittheilung“. Vorstehende zwei Arbeiten wurden von Herrn Prof. Habermann ausgeführt.
3. „Zur Kenntniss des Traubenzuckers“, von den Herren M. König und M. Rosenfeld.

Der Secretär legt den von dem Museal-Custos Herrn Karl Deschmann in Laibach eingesendeten Bericht über die mit Unterstützung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften im laufenden Jahre unternommenen Pfahlbautenforschungen im Laibacher Moore vor und theilt mit, dass die philosophisch-historische Classe die Aufnahme desselben in ihre Sitzungsberichte bereits beschlossen hat.

Der Secretär legt eine von dem Mechaniker Herrn Ernst Schneider in Wien an die Akademie zur Wahrung der Priorität übergebene gesiegelte Rolle vor, mit der Aufschrift: „Project eines neuen Distanzmessers für maritime Zwecke."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXIX, Sess. 4ª. Roma, 1876; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. bayer., zu München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe. 1876. 2. Heft. München, 1876; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. August 1876. Mit 5 Tafeln. Berlin; 8°.

American Chemist. Vol. VII. Nr. 2. Whole Nr. 74. New-York, August, 1876; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 35. Wien, 1876; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LIX. Theil, 4. Heft. Leipzig, 1876; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. Tome LVII°, Nr. 226. — Genève, Lausanne et Paris, 1876; 8°.

Clausius, R.: Über die Ableitung eines neuen elektrodynamischen Grundgesetzes. Bonn, 1876. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nr. 22. Paris, 1876; 4°.

Des Cloizeaux, M.: Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques, et la composition chimique du Microcline, nouvelle espèce de Feldspath triclinique à base de Potasse, suivi de marques sur l'examen microscopique de l'Orthose et des divers Feldspaths tricliniques. Paris, 1876; 8°.

Forbes Winslow, L. S.: Spiritualistic Madness. London, Paris, Madrid, 1877; 8°.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XXVIII. Bd., 2. Heft. April bis Juni 1876. (Hierzu Tafel IV—IX). Berlin, 1876; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 23. Wien, 1876; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1876; 4°.

Goethe, Rudolph: Eilfter Bericht der internationalen ampelographischen Commission zugleich Bericht über die Marburger Versammlung. Marburg, 1876; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N.F. Band XIV, 7. & 8. Heft. 1876. Nr. 17 & 18. Leipzig, 1876; 8°.

Medical and surgical history of the war of the Rebellion. Part 2. Vol. II. Surgical hystory. Washington. 1876; gr. 4°.

Nature, Nr. 370 & 371, Vol. 15. London, 1876; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. X. Nr. 6. 30 Guigno 1875; 4°.

— Reale di Brera in Milano: Publicazioni. Nr. XI. Sugli Eclissi solari totali del 3. Giugno 1239 e del 6 Ottobre 1241. Milano, Napoli, Pisa, 1876; 4°.

Pickering, Charles M. D.: The geographical distribution of animals and plants. Part 2. Plants in their wild state. Salem, 1876; 4°.

Plantamour E.: Résumé météorologique de l'année 1874 & 1875 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève 1875 & 1876; 8°.

Programme: des k. k. Deutschen Obergymnasiums zu Brünn für das Schuljahr 1876. Brünn; 8°. — des königl. Obergymnasiums zu Hermannstadt für das Jahr 1875/76. Hermannstadt, 1876; 8°. — der k. k. technischen Hochschule in Wien für das Studienjahr 1876/77. Wien, 1876; 4°.

Report upon geographical and geological Explorations and Surveys west of the one hundredth meridian. Engineer department, United States Army. Part 4. Vol. III. Geology. Washington, 1875; 4°.

— annual of the director of the mint to the Secretary of Treasury for the fiscal year ended June 30, 1875. Washington, 1875; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger. VI[e] Année, 2[e] Série, Nr. 23 & 24. Paris 1876; 4°.

Rivers Pollution Commission (1868): Sixth Report of the Commissioners appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers. London, 1874; gr. 4°.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. VI. Vol., Fasc. 2do. Firenze, 1876; 8°.

Société Batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam. Programme 1876. Rotterdam, 1876; 12°.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, 1876; 8°.

Stevenson, John J.: The geological relations of the lignitic groups. New-York. 1875; 8°.

Tommasi Donato: Les bateaux hémi-plongeurs. Paris, 1876; 8°.

Verein, Naturhistorisch-medicinischer zu Heidelberg: Verhandlungen. Neue Folge. I. Band, 4. Heft. Heidelberg, 1876; 8°.

XXVIII. SITZUNG VOM 21. DECEMBER 1876.

Das c. M. Herr Prof. Dr. Const. Freih. v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung „Die fossile Flora von Sagor in Krain, II. Theil" zur Aufnahme in die Denkschriften.

Der Secretär legt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von Herrn Prof. Dr. E. Tangl in Czernowitz vor.

Das w. M. Herr Prof. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung von Herrn Dr. A. Manzoni in Bologna vor, betitelt: „Die Bryozoën des österr.-ungar. Miocäns" II. Theil.

Ferner legte derselbe eine von Herrn Prof. Dr. C. Doelter in Graz eingesendete Abhandlung: „Über die Eruptivgebilde von Fleims nebst einigen Bemerkungen über den Bau älterer Vulkane" vor.

Das c. M. Herr Prof. C. Claus überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Naturforscher, kais. Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche: Leopoldina, amtliches Organ. Heft 12. Nr. 21—22. Dresden, 1876; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2112 (Bd. 88. 24.) Kiel, 1876; 4°.

Comité international des Poids et Mesures: Procès-Verbaux des Séances de 1875—1876. Paris, 1876; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIII, Nr. 23. Paris, 1876; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1876; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österreichischer: Zeitschrift. XXVIII. Jahrgang, 10. & 11. Heft. Wien, 1876; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo 2°. Serie 5ª, Disp. 8ª e 9ª. Venezia, 1875/76; 8°.

Journal of psychological Medecine and mental Pathology by Lyttleton S. Forbes Winslow. New Series. Vol. II, part 2. London; 8°.

Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 21—25. Graz, 1876; 4°.

Lese-Verein, akademischer, an der k. k. Universität und k. k. technischen Hochschule in Graz: IX. Jahresbericht. Graz, 1876; 8°.

Martini, Ludwig Dr.: Die Anschwellungen und Verhärtungen der Gebärmutter sind nicht unheilbar. Augsburg, 1876; 8°.

Moniteur scientifique du D[teur] Quesneville. 20e Année. 3e Série. Tome VI, 420e Livraison. Paris, 1876; 8°.

Museum of Comparative Zoölogy: Bulletin. Vol. VIII. Nrs. 11—16. Cambridge, 1876; 8°.

— — —: Memoirs. Vol. VII. Nr. 9. On some Insect Deformities by Dr. Herm. A. Hagen. Cambridge, 1876; 4°.

Nature. Vol. XV. Nr. 372. London, 1876; 4°.

Omboni Giovanni: Di due antichi Ghiacciaj che hanno lasciato le loro tracce nei Sette communi. Venezia, 1876; 8°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Reeks. IV. Aflevering I. Utrecht, 1876; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ VIe Année, 2e Série, Nr. 25. Paris, 1876; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Dispensa 11a. Palermo, 1876; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXe Année, Nrs. 8 & 9. Constantinople, 1876; 4°.

— entomologique de Belgique: Compte rendu. Série 2, Nr. 31. Bruxelles, 1876; 8°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel Nr. 52—54. 5e Année, Tome III. Amiens, 1876; 12°.

Statistics, medical and anthropological, of the Provost-Marshal - General's Bureau. Vol. I & II. Washington, 1875; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 50 & 51. Wien, 1876; 4°.

Über den Einfluss der Athembewegungen auf die Form der Pulscurven beim Menschen.

Von Dr. **Rudolf Klemensiewicz,**

Docent für experimentelle Pathologie und Assistent am physiologischen Institute in Graz.

(Mit 2 Tafeln und 55 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. October 1876.)

Durch die Kymographionversuche, die Ludwig[1] und dann Einbrodt[2] angestellt haben, ist es bewiesen, dass die Athmung im Stande ist, sowohl die Höhe des Blutdruckes als auch die Frequenz der Herzschläge zu beeinflussen.

Dass Blutdruckschwankungen, die durch Athembewegungen bedingt sind, nicht nur an der auf der Kymographiontrommel verzeichneten Blutdruckcurve, sondern auch an der durch den Sphygmographen gewonnenen Pulscurve sich erkennen lassen, hatte inzwischen zum ersten Male Vierordt[3] gezeigt.

Nach Vierordt waren es Marey[4], Wolff[5] und Landois[6], welche in ihren Untersuchungen über den Arterienpuls auf diese Thatsache weiter eingingen und Abbildungen von Curven gaben, an denen der Einfluss der Respiration auf die Form der Pulscurve deutlich erkenntlich ist.

---

[1] Müller's Archiv 1847.

[2] „Über den Einfluss der Athembewegung auf Herzschlag und Blutdruck." XL. Bd. d. Berichte d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1860.

[3] Vierordt: „Die Lehre vom Arterienpuls". Braunschweig 1855.

[4] „Physiologie med. de la circul. du sang". Paris 1860.

[5] „Charakteristik des Arterienpulses." Leipzig, 1865.

[6] „Die Lehre vom Arterienpuls". Berlin, 1872.

Schon Vierordt[1] hat darauf aufmerksam gemacht, dass es bei solchen Untersuchungen wünschenswerth sei, die Respirationscurve gleichzeitig mit der Pulscurve zu verzeichnen; er selbst bedauert, diese Methode nicht schon bei seinen eigenen Versuchen angewendet zu haben. Dennoch haben alle Untersucher, die nach Vierordt den Einfluss der Athmung auf die sphygmographischen Curven untersuchten, es verabsäumt, auch die Respiration graphisch darzustellen, obwohl schon Einbrodt[2] die Wichtigkeit der Registrirung der Respiration bei solchen Untersuchungen dargethan hatte wo es sich um die Beobachtung des Einflusses der Athmung auf den Blutdruck handelt.

Es ist dies ein Übelstand, der einzelne Behauptungen mancher Untersucher geradezu unverständlich macht[3], und die Ursache davon ist, dass die Untersuchungen mit den Sphygmographen wegen falscher Auslegung der damit erhaltenen Curven mit den Erfahrungen, welche Einbrodt mittelst des Kymographions machte, im Widerspruche stehen, was bei der guten Begründung der letztern eine höchst störende und zu besonderen Studien auffordernde Thatsache ist.

Ich habe nun, durch diese Sachlage bestimmt und weil ich bald noch viele andere Mängel der vorliegenden sphygmographischen Methoden auffand, eine Anzahl von Versuchen an-

---

[1] L. c. p. 190 u. 191.

[2] L. c.

[3] Vergleiche Landois l. c. p. 270. Fig. 70. Landois sagt dort: „Die Exspirationsphasen sind überall mit *E*, die Inspirationsphasen mit *I* bezeichnet“. Dabei bleibt es aber unentschieden, ob *E* den Beginn der Exspirationsphasen oder deren Mitte bedeutet. Dasselbe gilt von *I*. Wie leicht ersichtlich, ist aber gerade die Bestimmung des Zeitpunktes, wo die einzelnen Respirationsphasen beginnen, von grösster Wichtigkeit. — Vierordt hat in dieser Hinsicht jedenfalls schon den richtigen Weg angedeutet. Wenn er auch die graphische Darstellung der Athembewegungen nicht benützen konnte (l. c. p. 191), so war er doch bemüht, diesem Übelstande auf exacte Art abzuhelfen. — Er verzeichnete eine Anzahl feiner senkrechter, von einander gleichweit abstehender Linien auf das Papier der Kymographiontrommel und richtete die Dauer der einzelnen Ein- und Ausathmungen so ein, dass je einer dieser Acte genau in eine durch zwei Linien begrenzte Abtheilung fiel (l. c. p. 190).

gestellt, bei welchen ich Resultate erhielt, die mit den von Einbrodt gewonnenen völlig übereinstimmten, und welche ich im Nachfolgenden so ausführlich als möglich veröffentlichen will.

I. Apparate.

Marey, Wolff und Landois benützten zu ihren oben angegebenen Untersuchungen den Sphygmographen von Marey. Landois ausserdem auch seinen Angiographen [1]. Diese Instrumente leiden aber an dem Übelstande, dass einerseits die Anzahl der angeschriebenen Curven wegen der Kürze des berussten Papieres sehr beschränkt, anderseits aber die gleichzeitige Aufzeichnung der Respirationscurve mit Schwierigkeiten verbunden ist. [2]

Man ist daher bei dem Einzelversuche auf eine sehr kurze Zeitperiode beschränkt. Ausserdem wird aber die Untersuchung sehr schwierig und complicirt dadurch, dass der Körpertheil, auf welchen der Sphygmograph applicirt wird, in einer zum Schreiben geeigneten Weise in absoluter Ruhe fixirt werden muss, eine Forderung welche nur schwer zu erfüllen ist, die aber gleichwohl erfüllt sein muss, wenn aus der Beweglichkeit des Körpers nicht Fehlerquellen für den Versuch erwachsen sollen.

Ich habe mich darum bald der Anwendung von Marey's Sphygmographen ganz entschlagen und meine Versuche in anderer Weise zusammengestellt.

---

[1] L. c. p. 70.

[2] Wenn es auch gelingt, wie ich es öfters versucht habe, die Respiration am unveränderten Sphygmographen v. Marey zu verzeichnen, so ist es doch vorzuziehen, die Höhe des Schreibtäfelchens so zu vergrössern, dass man die beiden Curven nicht ineinander, sondern übereinander anzuschreiben vermag.

I. Pulsschreibapparate.

Mein Augenmerk war darauf gerichtet, gleichzeitig die Curve der Athmung mit der des Pulses auf ein und dasselbe Papier, z. B. auf das des Regulators von Foucault und zwar so aufzuschreiben, dass die gleichzeitig angeschriebenen Punkte beider Curven in derselben Ordinate übereinander lagen.

Dabei benützte ich zur Registrirung des Pulses eine Vorrichtung, die es ermöglichte, denselben durch die bekannten Trommelapparate von Marey[1] entweder auf den Regulator von Foucault oder auf die Trommel des älteren Kymographions von Ludwig oder aber auch auf dem unendlichen Papiere, welches durch das Uhrwerk von Ludwigs neuerem Kymographion in Bewegung gesetzt wird, zu verzeichnen. Da nur in den beiden ersteren Fällen auf berusstes Papier geschrieben werden kann, in letzterem Falle mit Farbe geschrieben werden muss, so ist es für diesen letzteren Fall nöthig, die metallene Feder des Mareyschen Trommelhebels mit einer leichten Glasfeder zu vertauschen.

Die als Auflegeapparat auf die Arterie benützte Vorrichtung besteht aus einer kuppelförmigen Kammer aus Holz, deren Basis eine Ellipse bildet, und welche an ihrer Kuppe einen kurzen röhrenförmigen Ansatz aus Messing trägt, der zur Verbindung dieser Auflegevorrichtung, welche ich kurzweg „Pulskammer“ nennen will, mit der Schreibetrommel dient. Diese Pulskammer ist der Cardiographenkammer von Marey[2] vollständig nachgebildet und unterscheidet sich von ihr nur dadurch, dass sie der Feder entbehrt. — Es leistet aber auch eine von Breguet bezogene Original-Cardiographenkammer dieselben Dienste.

Die Pulskammer lässt sich sehr leicht durch ein um den Hals geschlungenes, etwa 4 Ctm. breites und entsprechend

---

[1] Physiologie experimentale, année 1875. p. 84.

[2] Marey, du mouv. dans les f. de la vie pag. 145. —Phys. exper. pag. 31.— Cyon. Atlas. Taf. X, Fig. 1. Marey nennt diese Vorrichtung: Explorateur à coquille pour les pulsations du coeur.

langes elastisches Band auf der art. carotis so befestigen, dass man gelungene Pulscurven dieser Arterie erhält. Ich habe diese Pulskammer nur für die art. carotis gebaut, an der ich die grösste Anzahl meiner Versuche angestellt habe, aus leicht ersichtlichen Gründen, die ich übrigens später noch ausführlich besprechen werde.

Seit jener Zeit, in der ich zuerst mit der Pulskammer Curven schrieb, sind eine grössere Anzahl von Apparaten construirt worden, welche es ermöglichen, mit der Marey'schen Schreibetrommel die Pulscurven zu registriren, so z. B. der Pansphygmograph von Brondgeest[1], dann der von Meurisse und Mathieu[2] erfundene und in einer höchst mangelhaften Weise beschriebene Polygraphe, oder der Apparat von Burdon-Sanderson[3] oder aber der Sphygmograph à transmission von Marey[4]. Da ich aber eine grosse Anzahl von Curven mit meiner Pulskammer geschrieben hatte, bevor ich die eben erwähnten Apparate kennen lernte und da sich diese dem Principe nach alle gleichen, während sich die Pulskammer von ihnen dadurch unterscheidet, dass ihre untere Fläche offen ist und daher nicht so wie bei den anderen Apparaten die Arterie die Impulse erst auf eine Kautschukmembran, sondern direct auf die Luft in der Kammer überträgt, so hielt ich es für nöthig, etwas näher auf die Construction des Apparates und auf die Form der von ihm gelieferten Curven einzugehen.[5]

Ich selbst war zu Anfang meiner Versuche argwöhnisch in Bezug auf die Richtigkeit der von der Pulskammer verzeichneten Curven, weil der Verschluss des Apparates dort, wo er der Haut aufliegt, möglicherweise undicht sein konnte.

Ich stellte desshalb eine Reihe von Controllversuchen an mit einer durch eine dünne Kautschukplatte verschlossenen gleichgebauten Kammer.

---

[1] Onderzoekingen ged. in het. phys. Lab. der utrechtsche Hoogeschool. derde Reeks. II. pag. 327.

[2] Archives de phys. Brown-Sequard. Tome II, Nr. 2. pag. 257—59.

[3] Abgebildet in dem Atlas von E. Cyon. Taf. XI, Fig. 5.

[4] Marey phys. exper. 1875. pag. 343.

[5] Eine Modification des Apparates von Meurisse und Mathieu ist auch von Grunmach in der Berl. Klin. Wochenschrift 1876, Nr. 38 angegeben worden.

Die Curven, welche ich in dem einen oder andern Falle erhielt, glichen sich vollständig in Bezug auf die Höhe und Anzahl der primären und secundären Erhebungen.

Noch eine Reihe anderer Controllversuche, welche ich anstellte, um die Verwendbarkeit der von mir benützten Vorrichtung zu prüfen, zeigten mir, dass bei genauer, leicht zu erlernender Application des Apparates eine Fehlerquelle von dieser Seite nicht zu fürchten sei.

Allerdings hebe ich hervor, dass die Application sehr grosse Genauigkeit erfordert, so dass der Rand des Apparates der Haut überall dicht aufliegt. Dies ist ein Umstand, der es leicht begreiflich macht, warum man bei gewissen Individuen mit sehr magerem Halse oder bei solchen mit Struma die Pulskammer nicht verwenden soll. In diesem Falle hat man zu anderen weiter unten zu beschreibenden Apparaten zu greifen.

Als ich später Gelegenheit hatte, meine mit der Pulskammer gewonnenen Curven mit denen zu vergleichen, die Marey mit seinem Sphygmographe à transmission schrieb [1], so zeigte sich eine so vollständige Übereinstimmung beider, dass ich mit Beruhigung meine Versuche fortsetzen konnte.

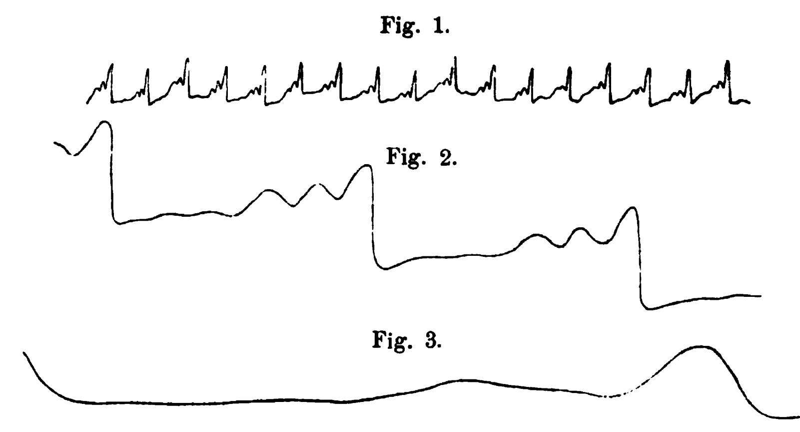


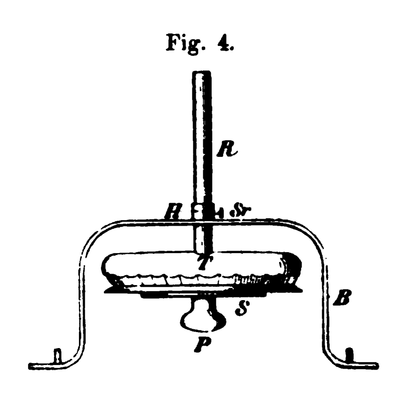
Fig. 1. Carotiscurve mit der Pulskammer verzeichnet bei der geringsten Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel des Regulators von Foucault.
„ 2. Bei mittlerer.
„ 3. Bei grösster Umdrehungsgeschwindigkeit.

[1] L. c. pag. 360

Beistehende Figuren zeigen Originalcurven, welche mit der offenen Pulskammer mittelst des Regulators von Foucault erhalten wurden; bei den drei verschiedenen Axengeschwindigkeiten, die dieses Uhrwerk zu benützen gestattet [1].

Da ich ausser der Pulskammer auch noch einen Apparat benützte, welcher dem Pansphygmographen von Brondgeest[2] nachgebildet ist und durch den Mechaniker des hiesigen physiologischen Institutes verfertigt wurde, so muss ich kurz auch dessen Einrichtung erwähnen, besonders da die Beschreibung, welche Brondgeest von seinem Apparate liefert, eine in Bezug auf Maasse nicht ausführliche ist. Eine Pfanne aus Messing *T* von 7 Ctm. Durchmesser und 1·5 Ctm. Tiefe ist an ihrer offenen Seite mit einer dünnen Kautschukplatte überzogen, auf welcher eine Scheibe (*S*) festgeklebt ist, die in ihrer Mitte eine Pelotte (*P*) trägt. Der Durchmesser der Scheibe beträgt 5 Ctm., ihre Dicke 1 Mm. Die Pelotte ist 1 Ctm. hoch und eben so breit.

Fig. 4.



Scheibe und Pelotte sind aus einem Stücke Ebonit gedreht. An ihrer Kuppe trägt die Trommel ein 8 Ctm. langes Röhrchen (*R*), welches zur Verbindung mit dem Schreibapparate dient. Die Trommel wird durch den aus starkem Messingblech verfertigten Bügel (*B*) über der Arterie fixirt und zwar dadurch, dass man einerseits den Bügel mittelst elastischer Bänder am Körper fixirt, anderseits aber die Pelotte durch Verschieben des Röhrchens (*R*), welches in der Hülse (*H*) des Bügels verschiebbar ist, fester oder weniger fest

---

[1] Zum Vergleiche dient die Curve welche Marey in der physiologie experimentale pag. 360 abbildet, welche mit der Curve Fig. 2 vollständig übereinstimmt.

[2] L. c. p. 327.

auf die Arterie aufdrückt und durch Anziehen der Schraube (*Sr*) fixirt. Da sich dieser Apparat seiner Grösse wegen nicht für alle Arterien anwenden lässt, so benützte ich noch einen zweiten gleicher Construction, dessen Trommel aber nur 4·5 Ctm. im Durchmesser hat und der dem entsprechend auch in den anderen Dimensionen viel kleiner gebaut ist.

Es bleibt mir nun noch zu erwähnen übrig, wie sich die auf diese Weise durch Transmissionssphygmographen erhaltenen Curven zu jenen verhalten, welche man mit dem früher fast ausschliesslich verwendeten Marey'schen Sphygmographen erhält, bei welchem durch eine elastische Metallfeder die Bewegungen der Arterienwandung auf den Schreibhebel übertragen werden, dessen Curven sind aber als massgebende zu betrachten, wie sich aus den kritischen Untersuchungen von Mach[2] und von v. Wittich[3] ergibt.

Fig. 5.



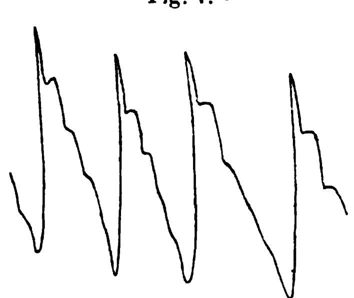
Carotiscurve mit der offenen Pulskammer erhalten.

Fig. 6.



Carotiscurve desselben Individuums mit d. Apparat von Brondgeest.

Fig. 7.[1]



Carotiscurve desselben Individuums mit Marey's Sphygmographen.

Eine Betrachtung der Figuren 5—7 zeigt dieses Verhältniss besser als eine ausführ-

[1] Alle drei Curven sind auf das Täfelchen des neueren Sphygmographen von Marey aufgeschrieben. Die Hebel, mit denen geschrieben wurde, waren alle gleich lang (13 Ctm.).

[2] Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1862. Bd. 46, II. Abth. pag. 157. — Bd. 47, II. Abth. pag. 33 u. 53. Zeitschr. der Gesellschaft der Ärzte in Wien. 1862. Bd. 2.

[3] Bericht der Naturforscherversammlung zu Hannover. 1865, p. 237.

liche Beschreibung. Nur das eine will ich bemerken, dass die Höhe der angeschriebenen Pulscurven, wie ersichtlich, eine bedeutend verschiedene ist zwischen Fig. 5, 6 und 7. Die Ursachen dieses Unterschiedes, sowie die des verschiedenen Habitus der Curven liegen unzweifelhaft in der Construction der drei Apparate, welche nach zwei sehr wesentlich von einander verschiedenen Principien construirt sind. Trotz dieser Verschiedenheiten ist doch der allgemeine Charakter aller drei Curven der gleiche, wenn man die Steilheit der Ascensionslinie und die Anzahl der secundären Erhebungen berücksichtigt.

II. Apparate zum Registriren der Athembewegungen.

Um gleichzeitig mit den Pulscurven die Curve der Athembewegungen des Thorax oder der Bauchdecken oder alle drei genannten Bewegungen gleichzeitig aufzuschreiben, benützte ich den elastischen Cylinder von Marey[1] oder seinen Pneumographen[2], welche beiden Apparate um die Brust des Menschen oder Thieres geschnürt werden.

Da es mir aber in einzelnen Fällen hauptsächlich darum zu thun war, den Beginn der In- und Exspirationsbewegung genau zu verzeichnen, so genügte ein in die Nase gestecktes und durch einen Schlauch mit der Schreibetrommel verbundenes Glasröhrchen oder ein vor den Mund gehaltener Trichter.

Zur graphischen Darstellung der Bewegung der Bauchdecken benützte ich eine Trommel, wie sie in dem Schema Fig. 4 abgebildet und auf Seite 7 beschrieben ist, mit Weglassung des Bügels (*B*). Diese wurde durch einen um die Hüfte gelegten Gurt an die Bauchwand angepresst.

III. Der Transmissionschronograph.

Um die zeitlichen Verhältnisse des Verlaufes der einzelnen Respirationsphasen und der gleichzeitig angeschriebenen Pulscurven beurtheilen zu können, registrirte ich unter den beiden

---

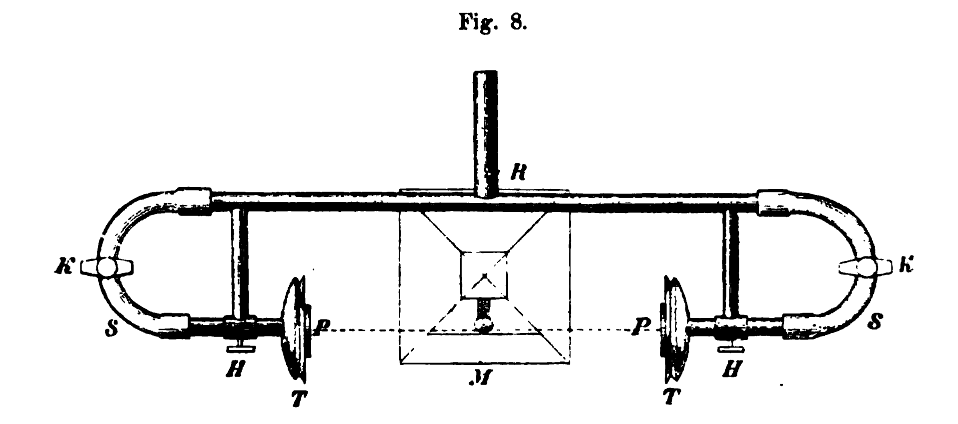
[1] Marey, mouv. de la vie p. 163.

[2] Atlas von E. Cyon, Taf. XXVII, Fig. 4 u. 5.

genannten Curven auf dem Schreibapparate auch die Zeit und zwar durch eine Vorrichtung, welche ich mir zu diesem Zwecke eigens construirte und die auf dem Principe der Lufttransmission beruht.

Dieser Transmissionschronograph besteht aus zwei Trommeln *T*, welche so wie die früher beschriebene einerseits mit einer Kautschukplatte, auf der ein kreisrundes Messingplättchen *P* befestigt ist, anderseits aber mit einem Ansatzröhrchen

Fig. 8.



versehen sind. Durch letzteres steht der Hohlraum beider Trommeln vermittelst des Kautschukschlauches *S* in Verbindung mit dem Tförmigen Rohre *R*, an dessen kurzem Schenkel der Schlauch befestigt wird, der zur schreibenden Trommel führt.

An dem Rohre *R* befinden sich zwei solide metallene Träger, die an ihren Enden Hülsen (*H*) tragen, in denen die Trommeln verschiebbar sind und durch eine Schraube festgeklemmt werden können.

Zwischen den beiden Trommeln (*T*) bewegt sich die mit einem ledernen Köpfchen versehene Pendelstange eines Metronoms von Mälzel, welches in der Zeichnung in der Verticalprojection dargestellt ist (*M*). Das Köpfchen des Metronoms schlägt nun, wenn die Pendelstange schwingt, einmal auf das Plättchen der einen, das anderemal auf das der zweiten Trommel. Der Stoss pflanzt sich von jeder Trommel zur Schreibevorrichtung fort, so dass der Hebel längere oder kürzere Aufwärts-

bewegungen auf die berusste Papierfläche anschreibt, je nachdem man das Köpfchen stärker oder schwächer auf die Trommeln anschlagen lässt oder die Klemmen (*kk*) mehr oder weniger lüftet. Diese Klemmen haben auch den Zweck, die Höhe der den beiden Trommeln entsprechenden Ausschläge des Schreibhebels durch Erweiterung oder Verengerung eines der Schläuche *S* gleich hoch zu machen. Durch Verschiebung in der Hülse *H* nach aussen kann ich eine Trommel ausschalten und nur mit einer einzigen Trommel arbeiten, was für gewisse Zwecke sehr bequem ist, wenn es sich nämlich um die Aufschreibung keiner kleineren Zeittheilchen als ganzer Secunden handelt.

In den nachfolgenden Figuren gebe ich einige Zeitcurven, welche auch gleichzeitig die Grenzen angeben, wie weit eine Variation der angeschriebenen Zeittheile mit dem Transmissionschronographen möglich ist.

Fig. 9.

Zeitschrift des Transmissionschronographen.

1. Intervall = 1/4 Secunde.

2. Intervall = 1/2 Secunde.

3. Intervall = 1 Secunde.

4. Intervall = 2 Secunden.

Alle vier Curven sind auf der Trommel des älteren Kymographions von Ludwig angeschrieben bei annähernd gleichem Gange des Uhrwerkes.

Bei dem Umstande, dass es eine sehr grosse Anzahl zum Theile ausgezeichneter Chronographen gibt, mag es vielleicht sonderbar erscheinen, dass ich mich mit dieser Vorrichtung begnügte, welche in mancher Hinsicht hinter anderen solchen Apparaten zurücksteht. Da es mir aber bei meinen Versuchen

nicht auf genaue Registrirung kleiner Zeittheilchen ankam und der Apparat mit grosser Bequemlichkeit zu handhaben ist, da man keine Kette und andere complicirte elektrische Vorrichtungen benöthigt, so wählte ich mir diese Art der Zeitmarkirung, die der Methode, welche ich bei meinen Versuchen benützte, am leichtesten anzupassen war.

IV. Der Supporttisch für graphische Versuche.

Bei meinen Versuchen verwendete ich meistens drei gleichzeitig schreibende Hebelspitzen, oft aber auch vier und noch mehr. Das gleichzeitige Anlegen derselben an die Schreibfläche und die genaue Einstellung derselben auf einer und derselben Ordinate, eine nothwendige Vorbedingung meiner Versuche ist nur möglich mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung, die ich darum im Nachfolgenden gleichfalls beschreiben muss. Sie ist, wie ich behaupten möchte, eine unerlässliche Bedingung für das genaue und handliche Experimentiren mit einer grösseren Anzahl von gleichzeitig schreibenden Hebeln.

Den Apparat, welchen ich Supporttisch für graphische Versuche benennen will (ist auf Tafel I, Fig. 1.) abgebildet und ist ein Tisch, bestehend aus zwei hölzernen Platten, von welchen die eine *T* fest ist.

Diese ruht auf einem circa 1 Met. hohen schweren gusseisernen Gestelle (*G*), ist 5 Ctm. dick, 50 Ctm. lang und 40 Ctm. breit und dient zur Aufnahme der Vorrichtung, auf welcher die Curven verzeichnet werden sollen.

Die zweite, ebenso grosse Tischplatte T_1 ist durch den rechtwinklig gestalteten Träger *t*, der durch die Schraube *s*, welche die Platte (*p*) anzieht, ebenfalls mit dem Gestelle (*G*) aber beweglich verbunden.

Dieser Tisch T_1 ist nämlich durch zwei Supportschlitten (*S* und S_1) sowohl in horizontaler als auch in verticaler Richtung verschiebbar.

Die Horizontalverschiebung wird bewirkt durch den Support *S*, dessen Spindel[1] durch das Kurbelrad *K* bewegt wird. Die Verticalverschiebung wird besorgt durch den Support (S_1),

[1] In der Zeichnung nicht sichtbar.

dessen Spindel (s_1) mittelst der messingenen Zahnräder (r) durch das Kurbelrad (k_1) in Bewegung gesetzt wird und so die Tischplatte T_1 hebt oder senkt.

Die Schraube (s) läuft in einem Schlitz des horizontalen Theiles des Trägers (t) und erlaubt dadurch sowohl eine Bewegung des ganzen Tisches T_1 um eine verticale Achse als auch eine horizontale Verschiebung desselben, durch welche letztere ich den verticalen Support S_1 dem Gestelle mehr annähern und in dieser neuen Lage fixiren kann.

Der Supporttisch für graphische Versuche wurde von dem Mechaniker Horak und dessen Nachfolger Hoffmann in Wien nach den Angaben Prof. Rollett's gebaut und steht im hiesigen physiologischen Institute bei den Arbeiten mit Registrirapparaten in mannigfachstem Gebrauch. Da sich die Einrichtung sehr gut bewährt hat, so habe ich dieselbe ausführlich mitgetheilt.

In der Art, wie der Versuch in der Fig. 1, Taf. I angeordnet ist, sieht man auf dem Tische T_1 vier Schreibetrommeln auf dem Gestelle (st), dann den Chronographen C aufgestellt.

Durch die Verschiebung der Platte T_1 durch Support S kann ich die Hebelspitzen der berussten Papierfläche der vertical stehenden Trommel annähern oder von ihr entfernen, resp. fester oder weniger fest andrücken. Bei rotirendem Cylinder und ruhenden Hebelspitzen schreiben sie die Abscissen auf die berusste Papierfläche an.

Durch Benützung des Supportes S_1 kann ich die Hebelspitzen an der Trommel des Regulators auf- und abbewegen, dadurch also die Ordinaten an die ruhende Papierfläche anschreiben.

Ich kann aber auch die Trommel des Foucaultschen Regulators horizontal legen und dann dieser Lage entsprechend auch die Schreibetrommel auf einem horizontalen Arm des Statives St anbringen. In diesem Falle dient der Support S_1 zum Anlegen oder Abheben der Hebelspitzen, der Support S aber zum Anschreiben der Ordinaten.

In dem Falle, welcher auf Fig. 1, Tafel I abgebildet ist, kann ich durch Ziehen einer einzigen Ordinate, leicht alle vier Hebelspitzen auf diese eine einstellen, oder was dasselbe ist, alle vier ruhenden Hebelspitzen werden vor Beginn des Ver-

suches so eingestellt, dass sie bei Bewegung des Supportes S_1 eine gemeinschaftliche Ordinate anschreiben.

V. Bemerkung über die Elimination einer Fehlerquelle beim Gebrauche der beschriebenen Apparate.

Beginnt man bei der eben vorher erwähnten Einstellung der ruhenden Hebel einen Versuch und bewegen sich die Hebelspitzen, sei es durch den Impuls des Pulses oder durch die Übertragung der Respirationsbewegungen, so werden sie entsprechend der Länge des Schreibhebels grössere oder kleinere Kreisbögen auf die Trommel schreiben; ist nun die gleichzeitige Excursion der Hebeln nicht gleich gross, so erwächst daraus ein Fehler, der darin besteht, dass die gleichzeitig angeschriebenen Punkte der einzelnen Curven nicht in ein und derselben Ordinate übereinander zu liegen kommen.

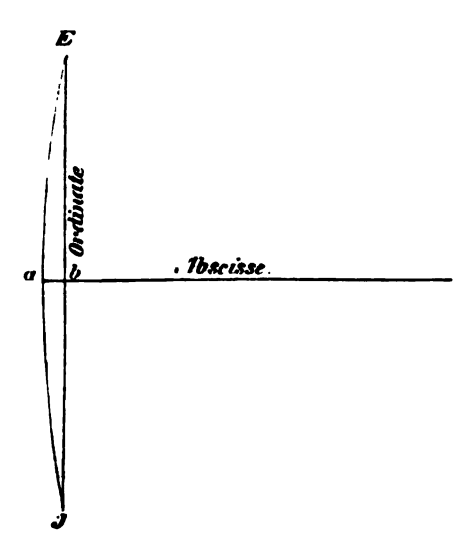
Dieser Fehler kann mit dem Namen der „Voraneilung" einer Hebelspitze gegen die andere bezeichnet werden. Ist die Excursion des Hebels keine grosse, wie dies bei manchen Versuchen der Fall ist, dann wird der Fehler minimal und ist daher zu vernachlässigen. Beträgt aber die Voraneilung bei grossen Excursionen des Hebels mehr als 3 Mm., wie dies bei forcirten Respirationsbewegungen der Fall sein kann, so brachte ich in einzelnen Crontrolversuchen eine Correctur dieser Voraneilung an. — Diese Correctur besteht darin, dass man, wie dies aus Fig. 10 ersichtlich ist, dafür sorgt, dass die beiden Endpunkte des vom Hebel angeschriebenen Bogens mit der Ordinate zusammenfallen.

Die Distanz dieser beiden Endpunkte (J—E) bestimmt die Grösse der Hebelexcursion, welche also während eines solchen Versuches sich nicht oder doch nur unbedeutend ändern darf, was durch eine regelmässige Respiration ganz leicht zu erreichen ist, besonders wenn man die Bewegungen des Hebels dabei mit den Augen verfolgt.

Diese Correctur der Voraneilung ist völlig ausreichend für die anzuführenden Versuche, da es sich dabei stets nur um den Beginn der Inspiration und um den Beginn der Exspiration handelt, welche beiden Momente eben durch den tiefsten und höchsten Punkt der Curve bestimmt sind. Bei ruhender Trommel

zeichnet dann in dem angeführten Falle der Hebel eine Figur, welche durch das Schema Fig. 10 dargestellt erscheint; in der-

Fig. 10.



selben bezeichnet *I* den Beginn der Inspiration, *E* den der Exspiration, *ab* die Grösse der Voraneilung.

II. Feststellung von Respirationstypen zum Zwecke der Beurtheilung des Einflusses der Athmung auf den Puls.

Mit den oben beschriebenen Apparaten stellte ich meine Versuche fast ausschliesslich am Menschen an, ohne jedoch Controlversuche an Hunden zu versäumen. Es ist bekannt, dass die Einflüsse, welche die Athembewegungen auf die Form der Pulscurven ausüben, sich erkennen lassen:

1. an der Veränderung des Druckes in der Arterie, welche durch wellenförmige Form der ganzen Curvenreihe kenntlich ist;

2. an der Veränderung in der Frequenz der Pulsschläge;

3. an der geänderten Form der einzelnen Pulscurven selbst.

Schon Marey[1] und nach ihm die oben genannten Forscher haben diese Einflüsse gekannt und gewusst, dass dieselben bald mehr bald minder deutlich hervortreten.

Die verschiedene Deutlichkeit, mit der diese Einflüsse hervortreten, ist, wie leicht einzusehen, in erster Linie abhängig von der Verschiedenheit der Form der Respirationscurve. Es ist daher vor Allem nöthig, diese genauer ins Auge zu fassen.

Ich will mich hier nicht auf eine ausführliche Schilderung der von Vierordt u. Ludwig[2], und Riegel[3] untersuchten Respirationstypen einlassen, sondern ich führe nur kurz die Art und Weise an, in der ich die Aufgabe, welche ich mir gestellt hatte, einer befriedigenden Lösung näher zu bringen hoffte.

Ich unterschied die Athembewegungen je nach ihrer Tiefe, Häufigkeit und nach dem Typus.

Der Tiefe entsprechend, führe ich in meinen Versuchen eine seichte und eine forcirte Athembewegung an.

Entsprechend der Häufigkeit der in einer Minute erfolgenden Athembewegungen können drei Fälle vorkommen. Es ist
1. die Anzahl derselben geringer als die Pulszahl, wozu auch die normale Respiration gehört;
2. die Anzahl der Respirationen ist gleich der Anzahl der Pulsschläge;
3. die Anzahl der Respirationen ist grösser als die der Pulsschläge.

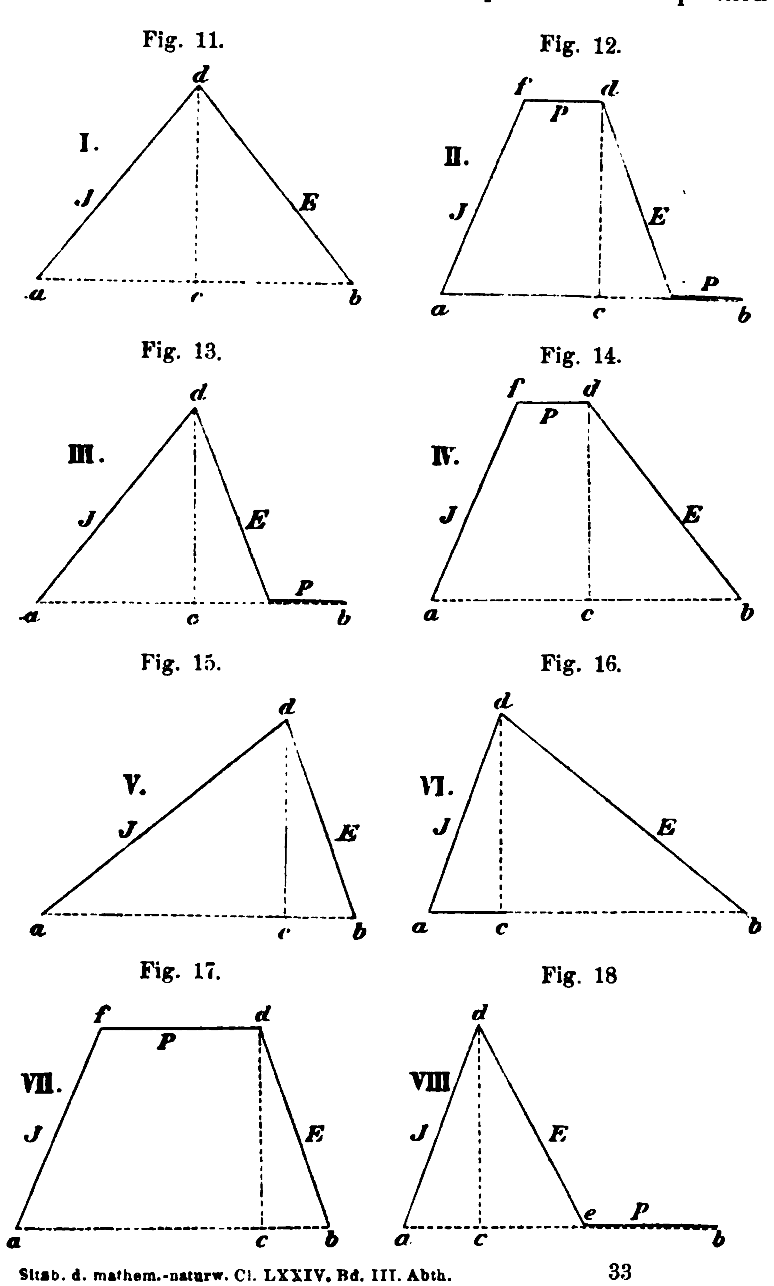
In Bezug auf den Typus der Athembewegungen will ich der Übersichtlichkeit halber einige erläuternde schematische Zeichnungen beifügen, welche erklären, wie ich in meinen Versuchen die verschiedenartigsten Formen der Respiration, welche vorkommen können, nachzuahmen und auszuführen suchte.

In Fig. (11—14) I—IV sind jene Typen dargestellt, bei welchen die Zeit *ab*, in der eine Athmungsperiode abläuft, gleichmässig ausgefüllt wird von der Inspiration und Exspiration, so dass *ac* = *bc* ist.

---

[1] L. c. pag. 286.
[2] Archiv für physiol. Heilkunde. XIV. Jahrg. 1855, p. 253.
[3] Riegel: „die Athembewegungen". Würzburg 1873. p. 41 u. f.

Es sind dabei, wie aus den beistehenden Figuren ersichtlich, vier Fälle möglich, so dass erstens die Inspiration und Exspiration



als eine die Zeit *ac* und *bc* gleichmässig ausfüllende Hebung und Senkung des Thorax vollzogen wird; zweitens die Inspirationsbewegung rasch erfolgt, während der Zustand derselben längere Zeit in Form einer Inspirationspause andauert, und die Exspirationszeit ebenso durch die Ausathmung *E* und die Pause *P* ausgefüllt wird. In derselben Weise lassen sich leicht Fig. 13 und 14 analysiren. Bei Typ. V—VIII (Fig. 15—18) ist die Dauer der Inspiration und Exspiration nicht gleich. Dabei berücksichtigte ich wieder vier Fälle, welche mir die wichtigsten schienen und die sich leicht aus dem Schema entnehmen lassen. In diesen letzteren Darstellungen deutet wieder *ab* die Zeit der ganzen Athmungsperiode, *ac* die der Inspiration *I* und *bc* die der Exspiration *E* an. *P* bedeutet die Pause, welche auf eine rasch erfolgende In- oder Exspiration folgt.

Diese Typen lassen sich durch einige Übung leicht durch die Bewegung des Thorax oder auch durch die der Bauchdecken mit einem Pneumographen auf die Trommel des Regulators aufschreiben. Wollte man die Länge der Abscisse *ab* ändern, so erhielte man dadurch wieder ein Mittel an die Hand, alle Typen der Respiration auf alle möglichen Fälle der Frequenz anzuwenden. Auf ähnliche Weise erhält man durch Variation der Ordinate *ad* alle möglichen Fälle für die verschiedene Tiefe der Athmung, mit der Beschränkung, dass eine gewisse Grenze nicht überschritten werden kann; denn es ist bekannt, dass mit einer gewissen Frequenz auch eine bestimmte maximale Tiefe der Athmung, wenn sie längere Zeit andauern soll, einhergeht. Diese Grenze lässt sich aber durch andauernde Übung ziemlich erweitern.

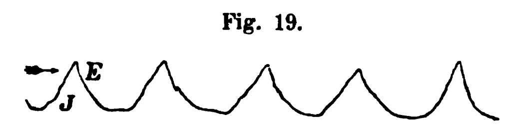
Man kann aber auch die Form der in dem Schema geradlinig gezeichneten Linien *ad*, *db*, *afd* u. s. f. ändern, und da der Typus der normalen Respiration des Menschen damit in Zusammenhang steht, will ich Einiges darüber erwähnen.

Es ist selbstverständlich, dass es nicht gelingt, langsame Athembewegungen von nur mässiger Tiefe mit jener Regelmässigkeit auszuführen, wie sie schematisch dargestellt wurden. — Es erfolgt der Beginn der Inspiration oder Exspiration immer als eine rasche Bewegung, welche dann immer mehr und mehr verzögert wird.

Wenn wir Typus VI betrachten, so erfolgt derselbe bei graphischer Ausführung desselben in der Art, wie es Fig. 20 bei seichter Respiration zeigt.

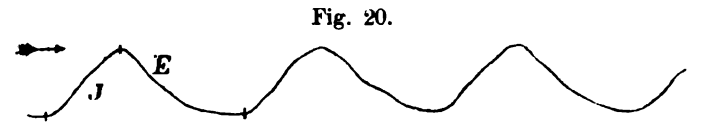
Ist die Frequenz der Athemzüge dabei nicht grösser als 10—12 per Minute, so ist das der Typus der normalen Respiration des erwachsenen Menschen.

Fig. 19.



Curve der normalen Respiration des schlafenden Hundes.

Fig. 20.



Curve der normalen Respiration eines ruhig sitzenden und lesenden Menschen. — Beide Curven sind mit dem elastischen Cylinder von Marey geschrieben.

Sowohl vom ruhig liegenden als vom schlafenden Menschen kann man solche Curven erhalten, welche mit denen von Vierordt und Ludwig[1] und Riegel[2] übereinstimmen.

Man findet aber im Verlaufe der Untersuchung, dass nicht nur die Tiefe, die Frequenz und der Typus allein massgebend sind für die grössere oder geringere Deutlichkeit, mit welcher die Einflüsse der Thoraxbewegung auf den Blutdruck an der Pulscurvenreihe zum Ausdruck kommen, sondern dass noch eine Reihe anderer Nebenumstände, welche bei der Respiration in Betracht kommen, von Bedeutung sind, da sie die Form der Pulscurven modificiren können.

Marey[3] führt es zuerst an, dass die Widerstände, welche dem Ein- und Ausströmen der Luft aus der Lunge entgegen-

---

[1] L. c.

[2] L. c.

[3] Marey, Circul. du sang. Paris 1863, p. 287 u. f.

stehen von grosser Wichtigkeit für die Form der Sphygmogramme sind.

Zur Eruirung dieser Einflüsse unterschied ich vier Fälle. — Das Versuchsobject athmet:

1. durch den offenen Mund,
2. durch die Nase allein,
3. durch nur eine der äusseren Nasenöffnungen,
4. es wird Mund und Nase durch die Hand geschlossen und das Versuchsobject macht mit dem Thorax In- und Exspirationsbewegungen, ohne in denselben Luft einströmen zu lassen.

Ausser diesen Nebenumständen erwähne ich hier noch kurz das verschiedene Verhalten der Bauchdecken bei verschiedenen Typen der Respiration, welche zum Theil von der Bewegung des Brustkorbes und des Zwerchfelles, zum Theil aber auch von der Contraction der Bauchmuskel abhängig sein können.

Entsprechend dem Abdominaltypus des Athmens der Männer, findet man bei normaler, nicht forcirter Thoraxinspiration eine Hervorwölbung der Bauchdecken, welche vom Herabsteigen des Zwerchfelles herrührt. Beim Exspirium findet eine Einziehung statt.

Bei verschiedenen forcirten Bewegungen des Thorax kann aber die Bauchdeckenbewegung sehr verschieden sein; darauf will ich bei den Versuchen (III.) so weit eingehen, als es nöthig erscheint.

III. Versuche.

1. Versuche an der Arteria carotis des Menschen.

A. Seichte Respiration.

Entsprechend der oben angeführten Eintheilung der verschiedenen Formen der Respiration, beginne ich mit jenen Versuchen, bei welchen die Athembewegungen von nur geringer Tiefe waren.

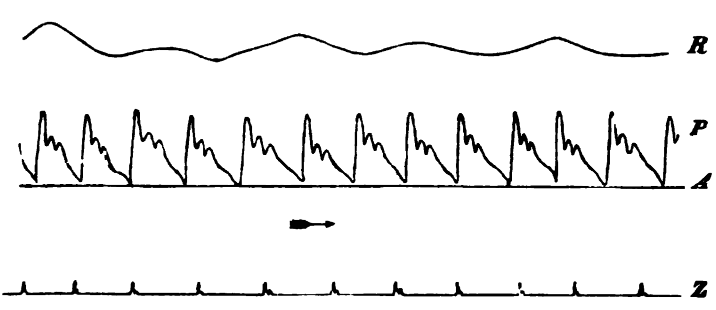
Die grosse Anzahl von Versuchen, welche ich angestellt habe, boten mir ein hinreichendes Materiale an Sphygmogrammen, von denen ich für jeden einzelnen Fall nur ein ein-

ziges aus einer grösseren Anzahl gleicher, hier als Beispiel anführen werde.

Versuch vom 15. April 1875. Nachmittags. — Respirationscurve mit Mareys Cylinder geschrieben.

Pulscurve der Carotis sin. eines 26 Jahre alten Mannes mit der offenen Pulskammer geschrieben. Zeitcurve mit nur einer Trommel des beschriebenen Chronographen erhalten. Intervall = 1 Secunde; Kymographion-Trommel. Respiration sehr seicht. Frequenz 25·3 in der Minute. Pulsfrequenz = 70·6 in der Minute. (Fig. 21.)

Fig. 21.

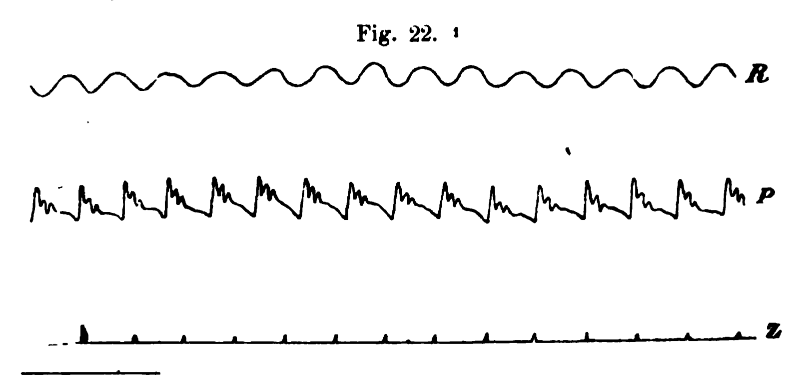


R Respirationscurve, *P* Pulscurve, *A* Abscisse, *Z* Zeitcurve.

Versuch vom 19. März 1875. 12 Uhr Mittags. — Von demselben Individuum.

Die Curven sind auf dieselbe Weise erhalten wie bei dem vorhergehenden Versuche, nur wurde auf die Trommel von Foucaults Reg. geschrieben. — Respiration sehr seicht. Frequenz = 62·3 in der Minute. Puls der Carotis sin. Frequenz = 68·5 in der Minute. Zeit = 1 Secunde. (Fig. 22.)

Fig. 22. [1]



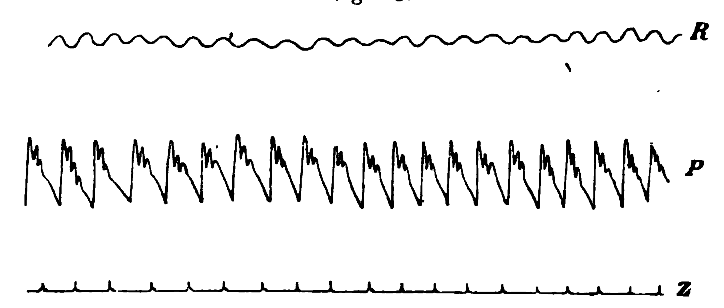
[1] Die Bezeichnungen sind für alle Figuren gleich.

Versuch vom 15. April 1875. Vormittag. — Anordnung so wie bei den früheren Versuchen.

Respiration sehr seicht, 72 in der Minute. Puls der Car. sin. 65·5 in der Minute. Zeit = 1 Secunde. (Fig. 23.)



Fig. 23.



In den drei angeführten Versuchen zeigt sich kein Einfluss der Respiration weder auf die Form der ganzen Pulscurvenreihe, noch auf die der einzelnen Pulscurve selbst.

Diese drei Versuche entsprechen den drei Fällen, wo

1. die Respirationsfrequenz in der Zeiteinheit geringer ist als die Anzahl der Pulsschläge (Fig. 21),
2. die Respirationsfrequenz nahezu gleich ist der Pulsfrequenz (Fig. 22) und endlich
3. die Respirationsbewegungen viel frequenter sind als die Pulsbewegungen. (Fig. 23.)

Bei dem zweiten Falle ist die Anzahl der Athembewegungen nicht vollständig gleich der Anzahl der Pulsschläge, sondern nur eine Frequenz gewählt, welche nahezu übereinstimmt mit der Frequenz des Pulses.

Will man eine vollständige Übereinstimmung zwischen Athemfrequenz und der des Pulses, dann gelingt dies sehr leicht, wenn man synchron mit der durch den Puls bewirkten Bewegung des Hebels der Mareyschen Trommel, welche sich mit den Augen verfolgen lässt, auch eine seichte Inspiration und Exspiration vollführt. Wenn man den Versuch auf diese Weise ausführt, dann findet man aber, dass die Form einzelner Pulscurven eine Änderung erfahren hat.

Es zeigt sich schon bei dieser Art der Athembewegungen ein Einfluss der Respiration auf die Form der einzelnen Pulscurve. Dabei sind aber zwei Fälle denkbar, nämlich der, dass mit dem aufsteigenden Curvenschenkel der Pulscurve die Inspiration zusammenfällt, oder der, dass mit demselben Theil der Pulscurve die Exspiration zusammenfällt.

Bei dem ersten Falle erfolgt also die Dilatation der Arterie während einer Inspirationsbewegung des Thorax, während die Contraction derselben im Verlaufe der Exspiration erfolgt, welche bei dieser Art von Versuchen stets langsamer ablief als die Inspiration. Im zweiten Falle findet gerade, das Umgekehrte statt.

Nun erschien es mir aber wünschenswerth, zu untersuchen, wie sich die Pulscurve verhalte, wenn dieselbe vollständig in eine Inspirationsbewegung des Thorax fällt, so dass also nicht nur die Dilatation, sondern auch die Contraction der Arterie noch mit der inspiratorischen Thoraxbewegung zusammenfällt. Dasselbe gilt von der Exspiration.

Ich führe daher drei Versuche als Beispiel für die eben angeführten Fälle an, muss aber dabei noch bemerken, dass es nicht so vollständig gelingt, die Respirationsfrequenz ganz genau synchron dem Pulsschlage längere Zeit hindurch zu erhalten, was aus den folgenden Curventafeln ersichtlich ist. [1]

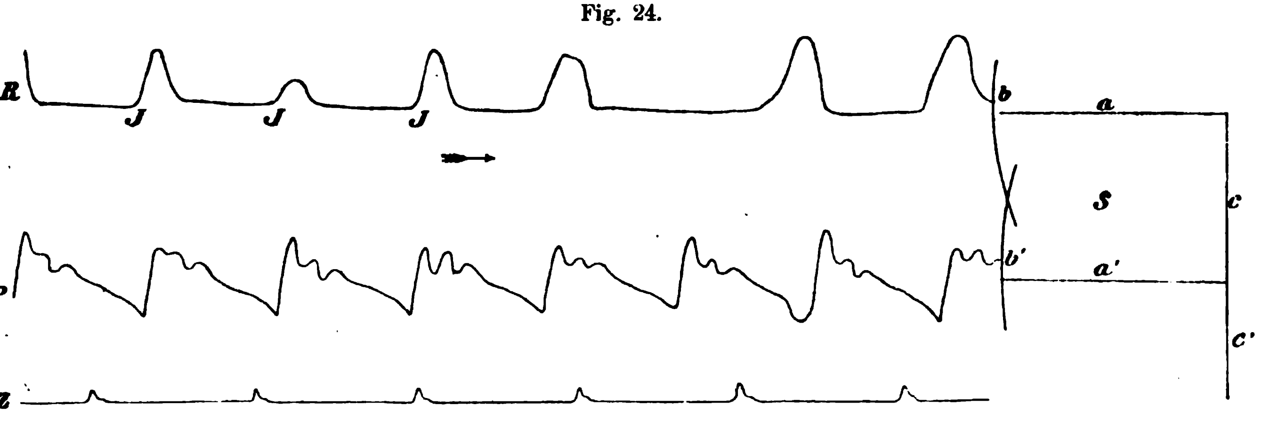
Dieser Umstand beeinträchtigt jedoch die Ausführung der Versuche nicht, denn einerseits finden sich in einem, längere Zeit andauernden Versuche stets solche Pulscurven, bei denen der Beginn der Dilatation der Arterie auch mit dem Beginne einer Respirationsphase zusammenfällt, anderseits ist es interessant, zu beobachten, wie die Pulscurven deformirt werden, wenn verschiedene andere Theile der Pulscurve unter dem Einflusse der beginnenden In- oder Exspiration stehen.

---

[1] Dies bezieht sich darauf, dass es schwierig ist, den Beginn der Inspiration oder Exspiration genau mit dem Beginne der Dilatation der Arterie zusammenfallen zu lassen. Wenn aber auch dieser Fall nicht immer erreicht werden kann, so können dennoch in der gleichen Zeit ebenso viele Respirationen als Pulsschläge erfolgen.

Versuch vom 28. März 1875. — Es erfolgen synchron mit dem Pulsschlage seichte Inspirationen, Respirations- und Pulsfrequenz 78. — Curve der Art. car. sin. — Zeit = 1 Secunde. — Die Respirationscurve wurde in allen drei Versuchen (Fig. 24—26) durch ein in die Nase gestecktes Glasröhrchen verzeichnet.

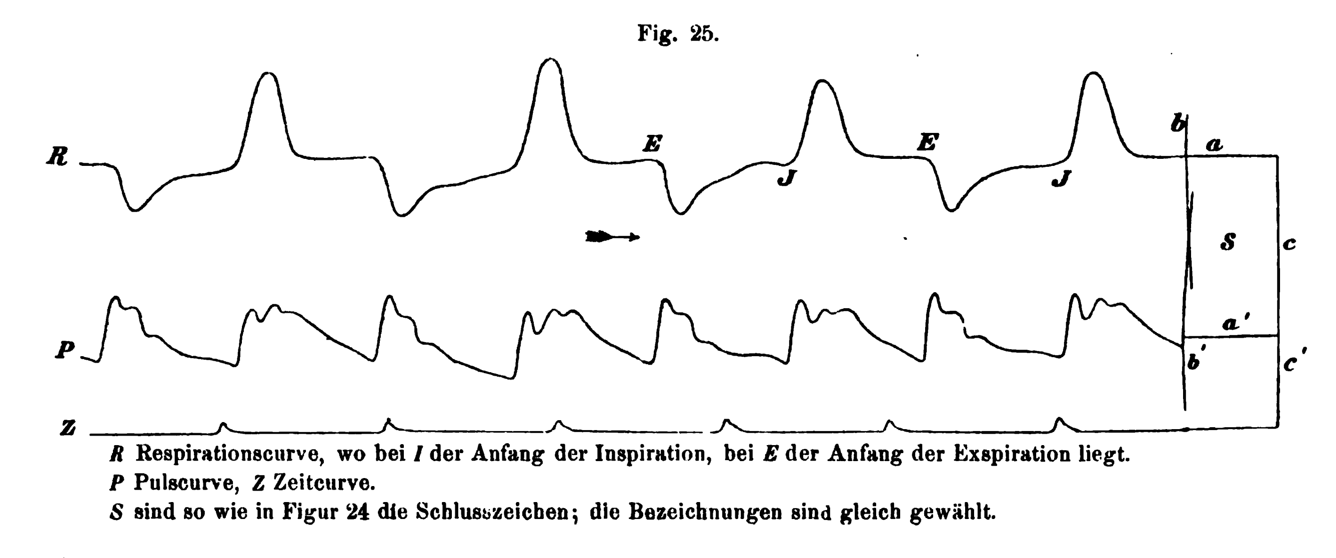
Fig. 24.



I bedeutet den Beginn der Inspiration, welche etwas schneller erfolgt als die Exspiration, welche sich daher gar nicht markirt, da die Luft durch das freie Nasenloch ausströmen kann. — Bei *S* befindet sich das Schlusszeichen, welches ich der Raumersparniss wegen an den meisten Curven weggelassen habe. Dabei bedeutet: *a* die Abscisse des ruhenden Respirationshebels; *a'* die Abscisse des ruhenden Pulshebels; *b* die Ordinate des Respirationshebels bei ruhender Trommel; *b'* die Ordinate des Pulshebels bei ruhender Trommel; *c* die Ordinate des Respirationshebels bei ruhender Trommel durch Senken des Supporttisches angeschrieben; *c'* die Ordinate des Pulshebels gleichzeitig mit *c* angeschrieben und mit ihr in eine Gerade fallend.

Versuch vom 28. März 1875. — Es erfolgt abwechselnd eine In- und eine Exspiration synchron mit einem Pulsschlage.
Respirationsfrequenz = 37.
Pulsfrequenz = 74.
Zeit = 1 Secunde. (Fig. 25.)

Fig. 25.



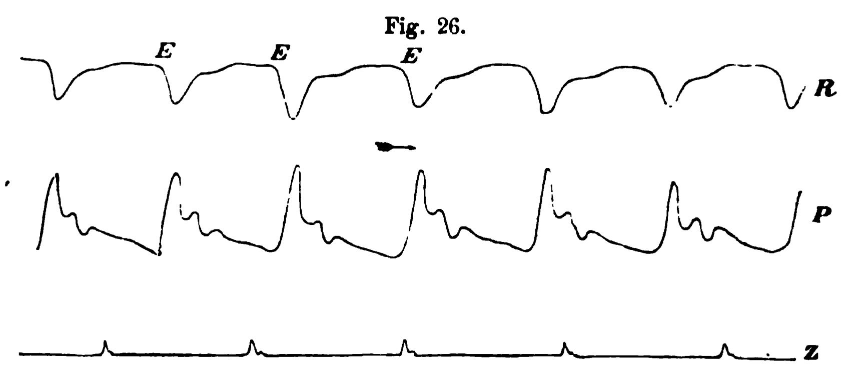
R Respirationscurve, wo bei *I* der Anfang der Inspiration, bei *E* der Anfang der Exspiration liegt.
P Pulscurve, *Z* Zeitcurve.
S sind so wie in Figur 24 die Schlusszeichen; die Bezeichnungen sind gleich gewählt.

Versuch vom 28. März 1875. — Es erfolgt synchron mit jedem Pulsschlage eine seichte Exspirationsbewegung des Thorax.

Respirationsfrequenz } 76 in der Minute.
Pulsfrequenz }

Zeit = 1 Secunde. (Fig. 26.)

Fig. 26.



E bedeutet den Beginn der Exspiration.

In Bezug auf die Art und Weise, in welcher sich der Einfluss der Respiration auf die Form der Pulscurven in diesen eben angeführten drei Curventafeln bemerkbar macht, verweise ich auf einen späteren Abschnitt, wo von dem Einfluss der forcirten Respiration die Rede ist, da sich nur ein gradueller Unterschied zwischen den Formen von Pulscurven findet, welche einerseits bei seichter synchroner, anderseits bei forcirter synchroner Respiration aufgeschrieben wurden. In letzterem Falle ist aber der Einfluss sehr deutlich ausgeprägt.

In allen bis jetzt angeführten Versuchen wurde durch den offenen Mund und durch die Nase geathmet. Es wurden also dem Ausströmen und Einströmen der Luft in die Lungen bei Verengerung und Erweiterung des Thorax keine anderen Hindernisse entgegengesetzt als durch den Bau der Luftwege bedingt sind. Leider erlaubt es der Raum der Abhandlung nicht, eine grössere Anzahl von Versuchen durch graphische Darstellungen zu erläutern, in denen einmal bloss durch die Nase, das anderemal bloss durch ein einziges Nasenloch seicht respirirt wurde.

Endlich habe ich auch untersucht, ob blosse Hebung und Senkung des Thorax in solchen engen Grenzen wie sie bei der

seichten Respiration vorkommt, einen Einfluss auf die Form der Pulscurve ausübe.

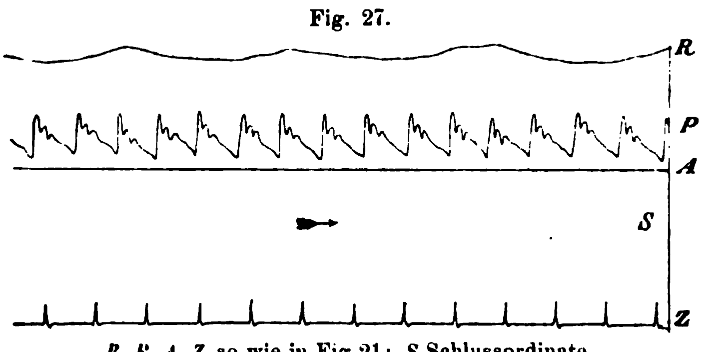
Es genüge zu erwähnen, dass bei ganz seichter Respiration sich bei einzelnen Individuen manchmal schon ein schwacher Einfluss der Respirationsbewegung auf die Form der Pulscurven geltend macht, wenn man dem Strömen der Luft durch Verschluss einzelner oder aller Luftwege ein Hinderniss entgegensetzt. — Ein Einfluss, den wir gleich bei Besprechung der forcirten Respiration näher kennen lernen werden. Ich verabsäume nicht, hier zu erwähnen, dass es nicht gleichgiltig ist, zu was für einer Tageszeit man die Versuche anstellt, dass nach dem Mittagmahle man oft schon bei anscheinend ganz seichter Respiration einen Einfluss derselben auf die Pulscurven bemerken wird, während des Morgens oft bei schon stärkeren Respirationsbewegungen ein solcher Einfluss nicht zu Tage tritt, was mit der verschiedenen Füllung des Gefässsystemes mit Blut zu verschiedenen Tageszeiten, d. h. mit wechselndem Blutdrucke in Zusammenhang stehen dürfte.

Im Anschlusse an diese Versuche mit seichter Respiration führe ich hier auch die normale Respiration an. Als solche nahm ich für mich selbst eine Frequenz von 14—18 an.

Versuch vom 13. März 1875, 6 Uhr 15 Minuten Nachmittags. — Die Respirationscurve wurde durch den elastischen Cylinder von Marey, welcher dem ruhig sitzenden und lesenden Individuum um die Brust geschnallt war, gewonnen.

Die Pulscurve durch die offene Pulskammer von der Arteria carotis sinistra. Zeitcurve so wie in den früheren Versuchen. — Respirationsfrequenz = 17·6. Pulsfrequenz = 72·4 in der Minute. Zeitintervall = 1 Sec.

Fig. 27.



R, *P*, *A*, *Z* so wie in Fig 21; *S* Schlussordinate.

Von verschiedenen Individuen gewonnene Curven zeigen aber einen auffallenden Unterschied. Ich habe viele Individuen verschiedenen Alters und Geschlechtes untersucht und gefunden, dass bei einer normalen seichten Respiration von der Frequenz 15—18 sich bei einzelnen Individuen desselben Alters manchmal schon ein Einfluss der Respiration auf die Form der Pulscurven erkennen lässt, welcher aber stets ein minimaler, eben bemerkbarer ist. Bei Individuen, die ein Struma besitzen, oder bei denen Choryza oder ein anderes vorübergehendes Respirationshinderniss vorhanden ist, zeigt sich schon bei ganz seichter Respiration ein Einfluss derselben auf die Form der Pulscurve. (Vergl. Taf. II, Fig. 4.)

B. Forcirte Respiration.

Bei den Untersuchungen, welche Einbrodt über den Einfluss der normalen Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck anstellte, unterschied er vornehmlich folgende drei Fälle:

1. „Die Athembewegungen sind wenig umfangreich und erfolgen rasch nacheinander.“
2. „Die Athembewegungen sind umfangreich und erfolgen langsam.“
3. „Die Respirationsbewegungen sind tief und langsam, die Herzschlagsgeschwindigkeit dagegen sehr bedeutend [1].“

In beiden ersten Fällen ist die Geschwindigkeit des Herzschlages keine beschleunigte. Ich war bemüht, in dieser vorliegenden Arbeit den Plan, den Einbrodt verfolgt hat, so viel als es die Methode welche ich benützte zuliess, zu berücksichtigen, dem entsprechend habe ich zuerst den Einfluss der normalen seichten Respiration erläutert und bin dabei zu demselben Resultate gelangt wie Ludwig [2], dass es dabei zu keinem ausgesprochenen Einflusse der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck kommt, aber dies bleibt nur so lange bestehen, als die Zahl und Tiefe der Athembewegungen dieselbe bleibt und

---

[1] L. c. p. 49 u. f.

[2] Müller's Archiv 1857, pag. 146 u. f.

der Einfluss der Respiration wird alsbald wahrnehmbar, wenn die Tiefe derselben zunimmt.

Ich gelange nun zur Besprechung des zweiten Falles, wo die Respirationsbewegungen forcirt sind. Allerdings hat Einbrodt nur die normale forcirte Respiration beobachtet, während ich mich genöthigt sah, am Menschen eine Reihe von Respirationstypen zu untersuchen, welche man strenge genommen nicht mehr als normale zu betrachten berechtigt ist. Dies that ich aber einerseits, um auf systematischem Wege einige Irrthümer, die sich bei der Untersuchung sphygmographischer Curven eingeschlichen hatten, zu beseitigen, anderseits aber hauptsächlich desshalb, weil einige dieser Respirationstypen, welche ich mir construirte, wirklich als pathologische Athmungsformen vorzukommen pflegen.

Man vergleiche zu diesem Zwecke Riegels Curventafeln[1], welche die Athmungsbewegungen bei Verengerung der oberen Luftwege bei Emphysem, Pleuritis, Pneumonie, Tuberculose, Pneumothorax u. s. w. und bei Lähmungszuständen darstellen.

Gerade desshalb schien mir diese Methode besonders fruchtbringend, weil erst eine genaue Kenntniss der Einflüsse der physiologischen seichten und forcirten Respiration auf den Puls berechtigt zu der Untersuchung der pathologischen Pulsformen zu schreiten.

Denn obgleich es mir nicht beifällt zu leugnen, dass bei gewissen pathologischen Zuständen des menschlichen Organismus die Form der Pulscurven eine solche Änderung erleidet, welche nur durch einen veränderten Zustand des Herzens und der Gefässe erklärt werden kann, so gibt es doch Krankheiten, besonders fieberhafte Formen derselben und psychische[2], bei denen neben der Änderung der Pulsform auch eine wesentliche Änderung in dem Typus der Respiration eintritt. Mir selbst stehen heute leider noch nicht hinreichende Daten zur Verfügung, um eine befriedigende Erklärung davon zu geben, wie

---

[1] L. c.

[2] Vgl. Mendel, Virch. Arch. Bd. LXVI, pag. 251 u. f. „Die Sphygmographie der Carotis."

viel von einer pathologischen Pulsform auf Rechnung der geänderten Athmung und wie viel auf Erkrankung des Herzens und der Gefässe oder auf Rechnung anderer Umstände zu setzen ist. Es erhellt aus dem eben Angeführten, von wie grosser Bedeutung die gleichzeitige Registrirung von Athmung und Puls bei Untersuchungen pathologischer Pulsformen ist.

a) Einfluss, welchen die forcirte Respiration überhaupt auszuüben im Stande ist.

Bevor ich zur Beschreibung der einzelnen Formen von Pulscurven übergehe, welche bei den verschiedenen, von mir gewählten Typen der Respiration entstehen, will ich an einem einfacheren Beispiele den Einfluss erläutern, den die forcirte Respiration überhaupt auf die Form der Pulscurven auszuüben im Stande ist.

Der Einfluss der Respiration auf die Form der Pulscurvenreihe charakterisirt sich hier dadurch, dass diese einen wellenförmigen Verlauf hat.

Mit dem Beginn der Inspiration sinkt die Curvenreihe um während derselben wieder zu steigen und im Beginne der Exspiration den höchsten Stand zu erreichen. Während des Exspiriums bis in den Anfang der Inspiration sinkt die Curvenreihe.

In einem unmittelbaren ursächlichen Zusammenhang mit dem wellenförmigen Verlauf der ganzen Pulscurvenreihe steht auch die Formveränderung, welche die einzelnen Pulscurven in den verschiedenen Athmungsphasen erleiden.

Da das Aufsteigen der ganzen Curvenreihe von der Blutdruckerhöhung abhängig ist, das Absteigen aber von einer Verminderung des Blutdruckes, so ist es leicht erklärlich, warum der aufsteigende Curvenschenkel einer einzelnen Pulscurve länger ist wenn derselbe während der Steigerung des Blutdruckes, kürzer ist wenn derselbe während der Verminderung des Blutdruckes angeschrieben wurde [1].

---

[1] Landois, l. c. p. 271, führt dagegen Folgendes an: „Dass der aufsteigende Curvenschenkel bei solchen Curven, deren Aufzeichnung ganz in die Exspiration fällt, länger ist als an den in der Inspiration

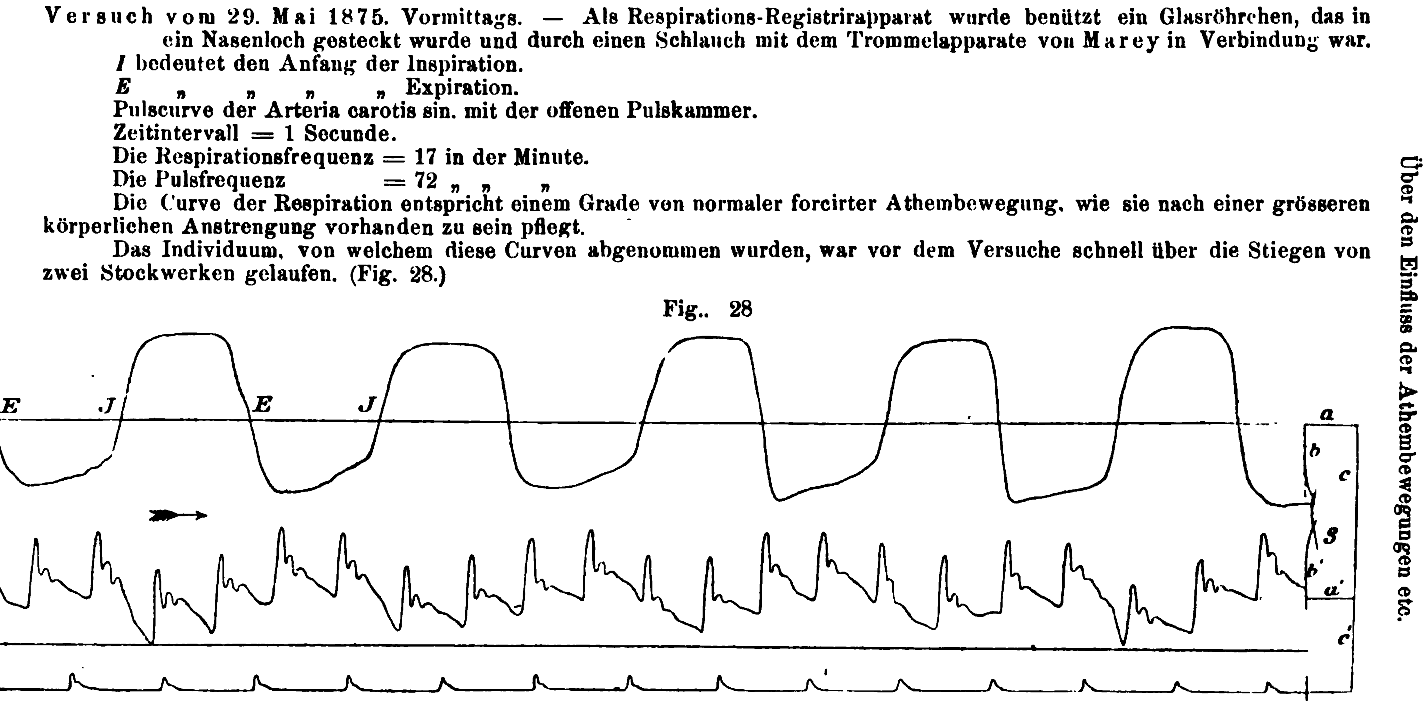
Versuch vom 29. Mai 1875. Vormittags. — Als Respirations-Registrirapparat wurde benützt ein Glasröhrchen, das in ein Nasenloch gesteckt wurde und durch einen Schlauch mit dem Trommelapparate von Marey in Verbindung war.

I bedeutet den Anfang der Inspiration.
E „ „ „ „ Expiration.
Pulscurve der Arteria carotis sin. mit der offenen Pulskammer.
Zeitintervall = 1 Secunde.
Die Respirationsfrequenz = 17 in der Minute.
Die Pulsfrequenz = 72 „ „ „

Die Curve der Respiration entspricht einem Grade von normaler forcirter Athembewegung, wie sie nach einer grösseren körperlichen Anstrengung vorhanden zu sein pflegt.

Das Individuum, von welchem diese Curven abgenommen wurden, war vor dem Versuche schnell über die Stiegen von zwei Stockwerken gelaufen. (Fig. 28.)

Fig.. 28



R, Respirationscurve; A_{I}, Abscisse des ruhenden Respirationshebels; *P*. Pulscurve der Arteria carotis sin.; A_{II}, Abscisse dazu; *Z*, Zeitcurve; *S* Schlusszeichen sowie bei Fig. 25.

Einen Einfluss der einzelnen Respirationsphasen auf die Frequenz der Herzschläge kann man in diesem Versuche nicht deutlich wahrnehmen.

b) Der Einfluss der verschiedenen Typen der forcirten Respiration auf die Form der Pulscurven.

Ich lasse nun eine Reihe von Versuchen folgen, bei welchen nach den oben angeführten acht Typen und zwar forcirt respirirt wurde, um die Unterschiede zu eruiren, welche die verschiedenen Formen der Respirationstypen in Bezug auf die Beeinflussung der Pulscurven zeigen

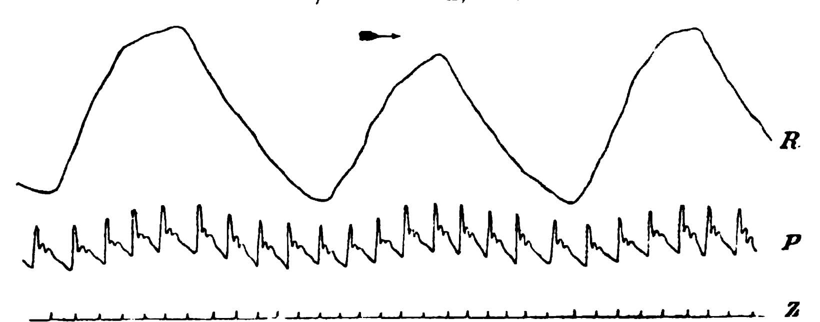
Alle unten angeführten acht Versuche wurden von einem 27 Jahre alten männlichen Individuum im Verlaufe von 1 Stunde 30 Min. abgenommen.

Versuchstag 29. Juli 1876. Nachmittags. — Respirationscurve mittelst Mareys elastischem Cylinder angeschrieben. Forcirte Respiration.

Pulscurve von der Arteria carotis sin. mittelst des Apparates nach Brondgeest gewonnen. — Zeitcurvenintervall = 0·5 Secunden.

Fig. 29.

Respiration forcirt nach Typus I. — *R*, Respirationscurve. Inspiration aufwärts. *P*, Pulscurve. *Z*, Zeitcurve. [1]



registrirten". Es ist leicht einzusehen dass nach dem eben Gesagten dieser Satz nur eine bedingte Richtigkeit hat, dann wenn Inspiration und Exspiration von einem solchen Typus sind, dass es nach der inspiratorischen Blutdruckerniedrigung zu keiner Erhöhung desselben und nach der exspiratorischen Erhöhung zu keiner Verminderung des Blutdruckes kommen kann; ein Fall, der später besprochen wird. Vergleiche auch: Riegel: „Ueber die respirat. Änderungen des Pulses und den Pulsus paradoxus". Berl. klin. Wochenschrift 1876 Nr. 26.

[1] Die Bezeichnungen sind für alle acht Curventafeln gleich.

Fig. 30. — Respiration nach Typus II.

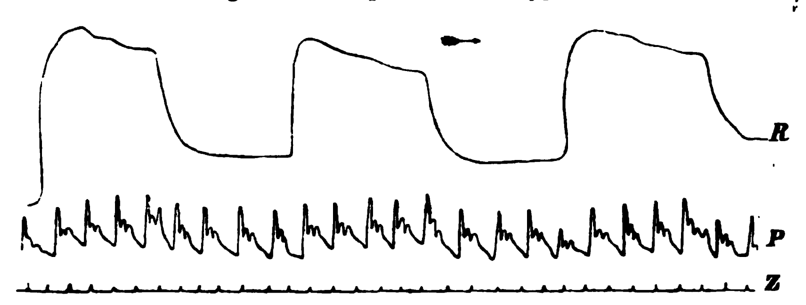


Fig. 31. — Respiration nach Typus III.

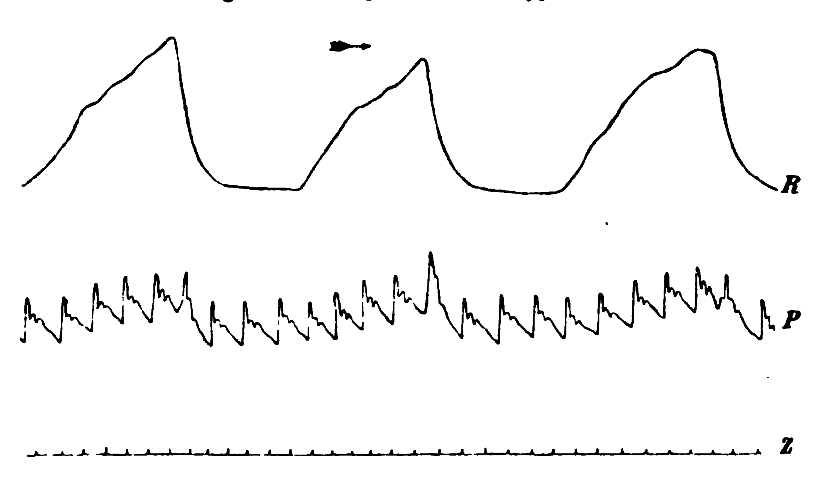


Fig. 32. — Respiration nach Typus IV.

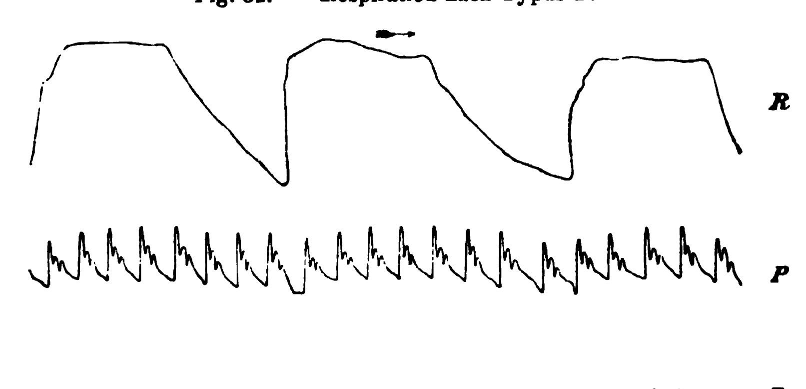


Fig. 33.
Respiration nach Typus V.

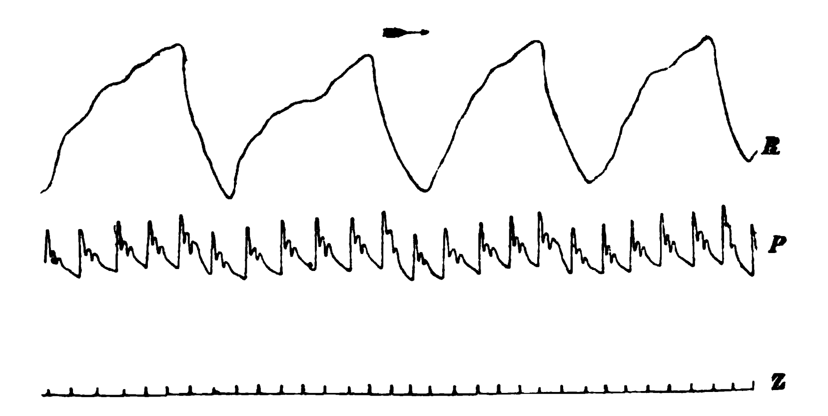


Fig. 34.
Respiration nach Typus VI.

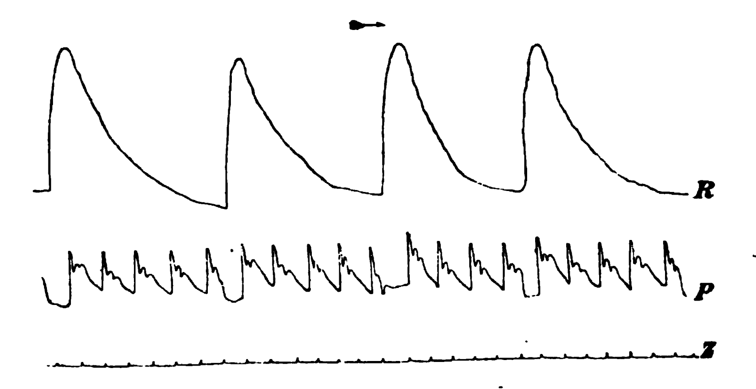


Fig. 35.
Respiration nach Typus VII.

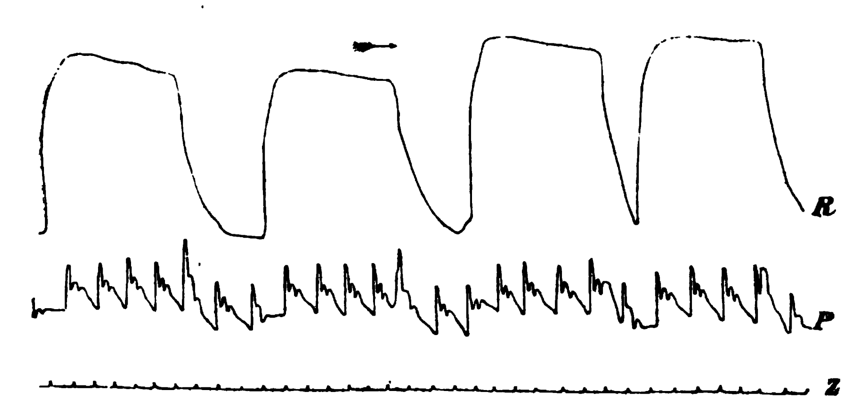
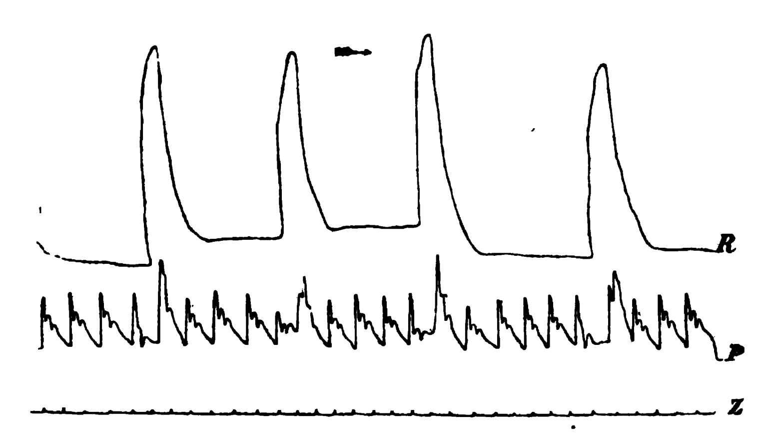


Fig. 36.
Respiration nach Typus VIII.



Bei Betrachtung der ersten vier Curventafeln, Fig. 29—32, findet man, dass das Steigen des Blutdruckes während der Inspiration und das Fallen des Blutdruckes während der Exspiration sehr deutlich zu sehen ist. Die Curvenreihe steigt an in der Inspirationsphase und fällt ab in der Exspirationsphase der Respiration, oder wie sich Einbrodt ausdrückt, jeder neue Herzschlag trifft während der Inspiration eine höhere Spannung, während der Exspiration eine niedrigere Spannung als der vorhergehende. Diese Verhältnisse sind allerdings bei der viel ein-

facheren Bildung der Blutdruckcurve, die mittelst des Kymographions erhalten wird, leichter erkenntlich als bei der sphygmografischen Curvenreihe, welche manchmal schwer definirbar ist. Ein Punkt, den ich später noch ausführlicher berühren will.

Man sieht dann bei Vergleichung dieser vier Typen, dass bei Typus I die Curvenreihe des Pulses fast parallel der Respirationscurve verläuft; bei Typus II sieht man während der Exspirationspause die Curvenreihe, welche mit Beginn der Exspiration rasch gestiegen und dann gefallen war, eine mittlere Höhe beibehalten bis zum Eintritt der Inspiration, wo sie wieder sinkt.

Dasselbe beobachtet man während des Exspiriums bei Typus III, nur in einem viel ausgesprocheneren Masse.

Man kann ferner sehr gut beobachten von was für einem Einfluss auf die Curvenreihe es ist, wenn die Inspiration oder Exspiration sehr rasch ausgeführt wird. Man sieht da ein plötzliches Fallen oder Steigen der Curvenreihe und zwar viel deutlicher, als wenn bei der Respiration das In- oder Expirationsmaximum nur ganz allmählig erreicht wird.

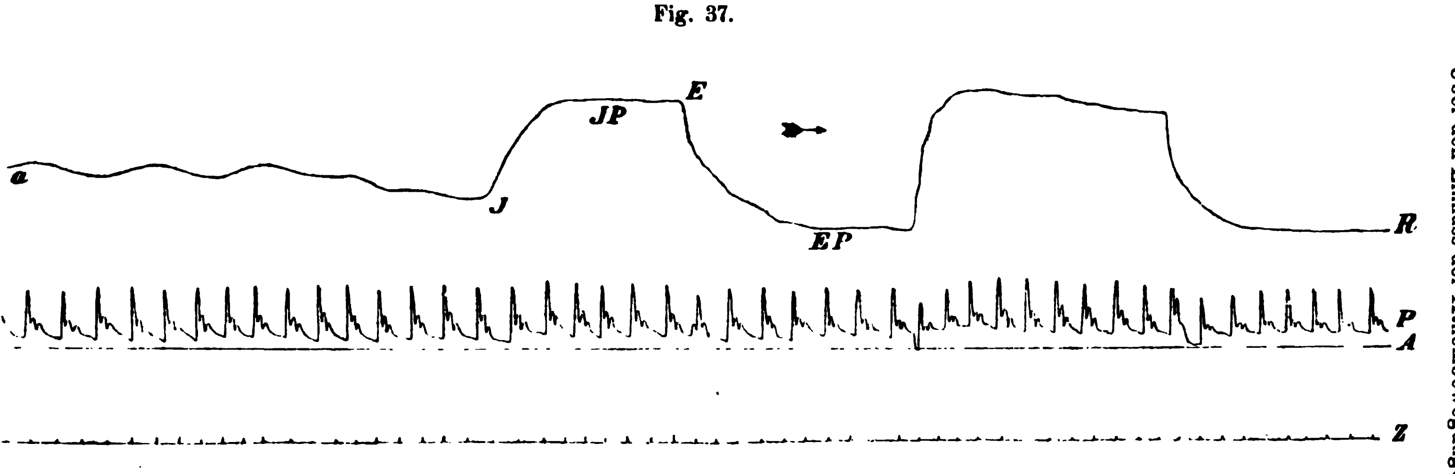
Ganz anders verhält sich die Curvenreihe unter anderen Respirationsverhältnissen, welche zum Theile durch die Typen V—VIII, Fig. 33—36, wiedergegeben sind.

Erfolgt die Inspiration sehr rasch und dauert sie nur kurze Zeit, wie in Typus VI—VIII, dann sieht man wohl die Curvenreihe sinken, das Steigen des Blutdruckes aber fällt schon mit dem Beginne der Exspiration zusammen, wo auch der Blutdruck seinen höchsten Stand erreicht hat. Auch hier kann man sehen, dass in den Pausen der Blutdruck unter Umständen nicht von der mittleren Höhe abweicht; so z. B. in Typus VII und VIII.

Um dies Verhältniss des Blutdruckes in den Pausen der einzelnen Respirationsphasen deutlicher hervortreten zu lassen, als dies in den vorerwähnten Versuchen geschah, gebe ich hier das Sphygmogramm eines Versuches, bei welchem anfangs nur ganz seichte Respirationsbewegungen gemacht wurden, so dass ich dadurch eine ganz gerade Curvenreihe erhielt, welche den mittleren Blutdruck angibt, da die tiefsten Punkte jeder einzelnen Pulscurve an allen Stellen von der unter ihnen verzeichneten Abscissenaxe gleich weit entfernt sind.

Versuch vom 31. Juli 1876 Nachmittag. — *R* Respirationscurve (Marey's Cylindre elastique); *P* Pulscurve der Arteria carotis sin. mit dem Apparate nach Brondgeest; *A* Abscisse; *Z* Zeitcurve, Intervall = 0·5 Secunden.

Fig. 37.



Von *a*—*J* ist eine sehr seichte Respiration, bei *J* beginnt eine forcirte Respirationsbewegung; *J* Anfang der Inspiration *JP* Inspirationszustand oder Pause; *E* Exspirationsanfang; *EP* Exspirationszustand oder Pause.

Man kann aus dieser Fig. 37 deutlich entnehmen, dass die Pulscurvenreihe während der einzelnen Inspirations- und Exspirationspausen ebensoweit von der Abscisse absteht, als dies in dem Stücke von *a* bis *J* der Fall ist, welches während einer ganz seichten Respiration angeschrieben wurde.

Erfolgt die Exspiration rasch und folgt darauf unmittelbar eine Inspiration wie in Typus V und VII, dann sieht man das Steigen des Blutdruckes an der Höhe der Pulscurven und der Curvenreihe im Anfange der Exspiration und das Fallen während derselben besonders deutlich.

Ich will hier nur vorübergehend erwähnen, dass, wie bei den Versuchen Fig. 24—26 angedeutet wurde, die einzelnen Pulscurven durch die forcirte Respiration eine manchmal sehr beträchtliche Formveränderung erleiden, besonders wenn sie in den Beginn einer forcirten Inspiration oder Exspiration fallen.

Ich werde später Ausführlicheres darüber mittheilen.

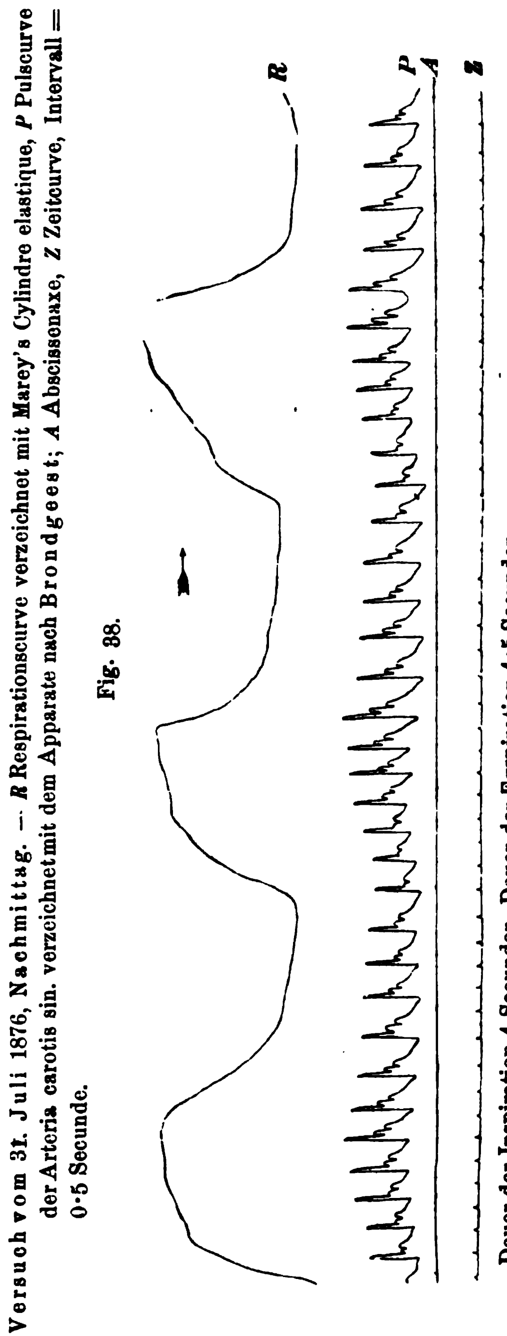
Was die Frequenzänderung betrifft, welche die Schlagfolge des Herzens durch den Einfluss der verschiedenen Respirationsphasen erleidet, so kann man bei Typus I—IV ganz deutlich erkennen, dass die Spitzen der einzelnen Pulscurven während der Inspiration näher aneinander liegen, als während der Exspiration, dass also im Verlaufe der Inspiration die Schlagfolge des Herzens beschleunigt ist. Noch deutlicher als in den hier angeführten Beispielen ist der Einfluss der Respiration auf die Frequenz des Pulses in den einzelnen Phasen in dem beistehenden Versuche, Fig. 38, zu sehen. Aber auch dieser Satz hat nur eine bedingte Giltigkeit, es handelt sich dabei immer um eine bestimmte Tiefe und Dauer der Respiration.

Dauert die Inspiration oder Exspiration sehr lange, dann sieht man zwar anfangs die Schlagfolge des Herzens während der Inspiration beschleunigt, während der Exspiration verlangsamt, im Verlaufe der Dauer der Respirationsphasen kehrt sich aber dieses Verhalten um. Als Beispiel diene Fig. 39 (besonders deutlich bei der Exspiration kenntlich)[1]. Allerdings ist hier die Dauer einer einzelnen Respirationsphase eine abnorm lange, nämlich acht Secunden, so dass in einer Minute nur vier Respirationsbewegungen erfolgten.

[1] Diese Verhältnisse werden ausführlicher in der folgenden Tabelle von Versuchen angeführt.

Versuch vom 31. Juli 1876, Nachmittag. — ***R*** Respirationscurve verzeichnet mit Marey's Cylindre elastique, ***P*** Pulscurve der Arteria carotis sin. verzeichnet mit dem Apparate nach Brondgeest; ***A*** Abscissenaxe, ***Z*** Zeitcurve, Intervall = 0·5 Secunde.

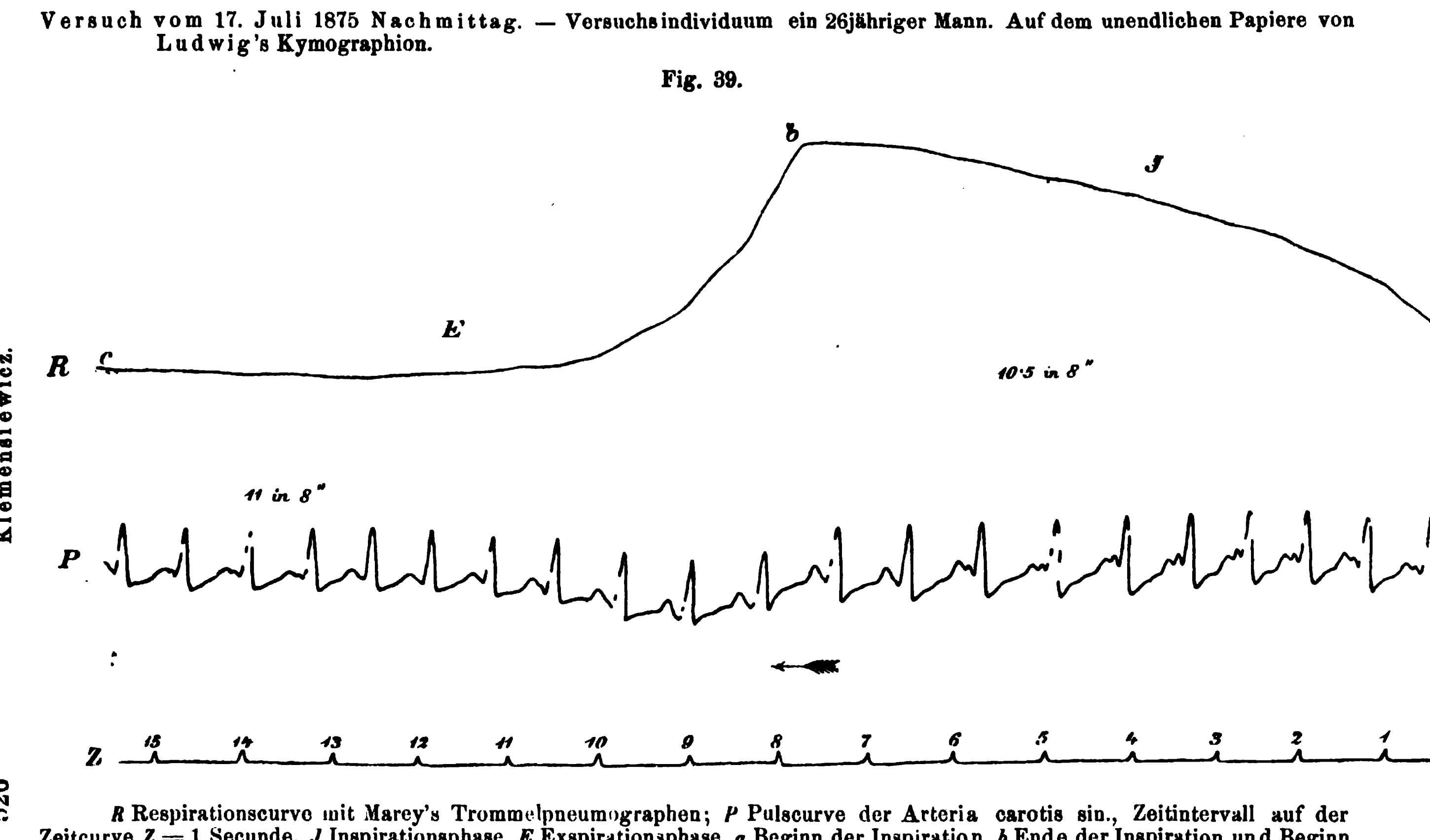
Fig. 38.



Dauer der Inspiration 4 Secunden, Dauer der Exspiration 4·5 Secunden.

Versuch vom 17. Juli 1875 Nachmittag. — Versuchsindividuum ein 26jähriger Mann. Auf dem unendlichen Papiere von Ludwig's Kymographion.

Fig. 39.



R Respirationscurve mit Marey's Trommelpneumographen; *P* Pulscurve der Arteria carotis sin., Zeitintervall auf der Zeitcurve *Z* = 1 Secunde, *J* Inspirationsphase, *E* Exspirationsphase, *a* Beginn der Inspiration, *b* Ende der Inspiration und Beginn der Exspiration, *c* Ende der Exspiration.

er Respirationsphasen.

Nummer des Versuches	Dauer einer	…effend,	Anmerkung
I	3(	d. gan- iration Anfang ie Ver- squenz leicht rücken curven Ende ie Fre- mehrt, ntlich en viel en.	Vor dem Versuche, bei welchem so wie bei allen folgenden Versuchen durch den offenen Mund und durch die Nase respirirt wurde, war das Versuchsindividuum einige Zeit hindurch ruhig gesessen, so lange bis der Puls regelmässig schlug. Die Frequenz des Pulses war bei seichter Respiration vor dem Versuche 88 in der Minute. Man sieht aus diesem Versuche, dass sowohl bei der so lange dauernden Inspiration als auch bei der Exspiration die Frequenz der Herzschläge bedeutend vermehrt wurde, wenn man die Frequenz für eine Minute berechnet. Man sieht aber gleichzeitig, dass die Frequenzvermehrung bei der Inspiration auf den Anfang, bei der Exspiration auf die zweite Hälfte fällt, während in der übrigen Zeit die Frequenz sich nahezu gleich blieb.
II	2(	d der iration e Puls- gs der eniges als im Es ist schlä- ermin- t.	Vor dem Versuche war die Pulsfrequenz 88 per Minute. Es erfolgte die Exspiration unmittelbar auf die Inspiration, sowie in dem Versuche I. Da sich aber in Bezug auf die Frequenz zwischen diesen beiden Versuchen in Bezug auf die Exspiration Unregelmässigkeiten ergaben, die man bei Besichtigung der Originale besser beurtheilen kann als durch den so mangelhaften Ersatz der Tabelle, so habe ich den Versuch III so angestellt, dass nach einiger Zeit ruhiger, seichter Respiration eine forcirte 30 Sec. andauernde Exspiration gemacht wurde.
III	30	d der xspira- ite. Zu 'urven r (puls. gegen nmen-	

Herzschläge betreffend, der Exspiration	Anmerkung
Anfangs liegen die Puls- ırven weiter auseinander s zu Ende der Exspiration.	Die einzelnen Pulscurven nehmen vom Beginne der Inspiration angefangen bis zum Beginn der Exspiration stets an Höhe zu (vergl. Fig. 38 auf S. 525). Das Entgegengesetzte findet bei der Exspiration statt.
lieses Versuches.	Die einzelnen Pulscurven verhalten sich in Bezug auf die Änderung ihrer Höhe so wie bei Typus I.
ıes.	
Anfangs ist die Frequenz ermindert, dann vermehrt.	Während der Inspiration sind die secundären Nachschläge an den einzelnen Pulscurven anders ausgeprägt als während der Exspiration. Als Beispiel für die Veränderung der Form der einzelnen Pulscurve, je nachdem dieselbe während des Steigens oder Sinkens des Blutdruckes angeschrieben wurde, diene Fig. 39 u. a.
Anfangs —, dann +.	

ırvenreihe, wie dies in der Rubrik 4 der Tabelle ausführlicher beschrieben ıet ist.

Nummer des Versuches	Dauer einer einzelnen Respira[...]	[...]nd,	Anmerkung.
VI	6 S[...]	[...]nzen [...]lann [...]lann [...]iert.	
VII	5 S[...]		Unter allen bisher angeführten Versuchen waren bei diesem Versuch VII die Erscheinungen am schönsten ausgeprägt.
VIII	4 S[...]		
IX	3 S[...]		Alle 4 Typen verhielten sich vollständig gleich in Bezug auf d. allgemeinen Änderungen.
X	2 S[...]		Der Einfluss der Athmung auf die Frequenz war nahezu nicht wahrnehmbar.
XI	1 S[...]		Die Änderung des Blutdruckes während der Athmung ist nur an der Formveränderung der einzelnen Pulscurven kenntlich; die Pulscurvenreihe selbst zeigt sich in Bezug auf ihren geradlinigen Verlauf nahezu unverändert. Ebensowenig ist bei Versuch XI und XII während der Dauer desselben eine Frequenzänderung merkbar.
XII	0·5 S[...]		

[1] Letztere[...]

e) Einfluss, welchen die verschieden lange Dauer der einzelnen Phasen der forcirten Respiration auf den Blutdruck und Herzschlag auszuüben vermag.

Aus den eben angeführten Beispielen sieht man deutlich, dass die verschieden lange Dauer der einzelnen Respirationsphasen die bis jetzt erwähnten Verhältnisse des Blutdruckes und der Frequenz sehr wesentlich zu ändern im Stande sind. Um daher auch über diesen Punkt mir Aufklärung zu verschaffen, stellte ich eine Anzahl von Versuchen an, in denen die Zeitdauer einer Respirationsphase bei jedem einzelnen Typus variirt wurde und zwar innerhalb der Grenzen von 30 Secunden und darüber bis zu einer so kurzen Dauer einer einzelnen Respirationsphase, dass etwa 120 Inspirationen in derMinute erfolgten. Diese letztere Zahl betrachtete ich als maximale, da, wenn man forcirt inspirirt oder exspirirt, es nur durch grosse Anstrengung möglich ist, längere Zeit hindurch forcirte Respirationen in einer solchen Frequenz auszuführen.

Diese Versuche schrieb ich der Bequemlichkeit halber auf das unendliche Papier von Ludwig's Kymographion auf, welches in passender Weise auf dem Supporttische angebracht wurde. Die Grösse der Curventafeln und die Beschränktheit des Raumes gestatten mir es leider nicht, die Versuche durch Sphygmogramme zu erläutern. Ich habe sie in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Die Thatsache, welche aus diesen in der Tabelle angeführten Versuchen folgt, ist die, dass die verschiedene Dauer der einzelnen Phasen der Athmung einen ganz bedeutenden Einfluss ausübt auf die Art und Weise, wie sich der Blutdruck ändert.

Im Allgemeinen lässt sich als Regel aufstellen, dass, wenn die Athmung sehr langsam erfolgt, die Änderung des Blutdruckes am auffälligsten am Beginn der einzelnen Respirationsphasen ist; besonders dann, wenn der Athmungstypus ein solcher ist, dass die Inspirations- oder die Exspirationsbewegung rasch in Form eines Stosses erfolgt.

Während der einzelnen Pausen kehrt dann der Blutdruck stets zu seiner mittleren Höhe zurück.

Fehlt eine solche Pause, welche nicht im Typus der Athmung ihren Grund hat, sondern lediglich dadurch bedingt ist, dass man nicht, wie in Versuch I, II, III (Tabelle) so lange Zeit eine regelmässig und allmälig ansteigende Respirationscurve durch die entsprechende Thoraxbewegung auszuführen im Stande ist, welcher Fall dann eintritt, wenn die Athmungsfrequenz eine gewisse Höhe erreicht hat (Versuch VII, VIII, IX, X), dann treffen wir auf jene Fälle, die Einbrodt vorzüglich beachtet zu haben scheint.

In Bezug auf die Frequenzänderung der Herzschläge gilt für die Versuche I, II, III, IV, V, VI, VII der Fall, den ich schon auf Seite 524 erwähnt habe.

In allen Versuchen, welche ich in dieser Tabelle angeführt habe, war aber der zeitliche Verlauf für beide Athmungsphasen gleich gewählt.

Ich habe zwar schon auf Seite 522 bei Erläuterung der Typen V—VIII darauf aufmerksam gemacht, dass bei sehr kurzdauernder Inspiration es nach dem Sinken zu keiner Steigerung des Blutdruckes mehr kommt, sondern dass diese schon mit dem Beginne der Exspiration zusammenfällt und dass während der Exspirationsphase das Umgekehrte statthat.

Dieser Umstand scheint mir einerseits desshalb von besonderer Wichtigkeit, weil er meines Erachtens nach zu Miss-

verständnissen Anlass gab, die sich in die Arbeiten früherer Untersucher einschlichen [1].

Anderseits ist der Fall desshalb interessant, weil gerade jene Modificationen der Athmung, die als Einfluss des Hustens, Schluchzens u. s. w. von Einzelnen untersucht wurden, hier einzureihen sind.

Aus meinen Untersuchungen geht nämlich unzweifelhaft hervor, dass die Blutdruckerniedrigung in der Inspiration nur im Anfange derselben bemerkbar ist und bei länger dauernder Inspiration sehr bald einer Vermehrung des Blutdrückes Platz macht. Daher ist es leicht einzusehen, dass bei einer ganz kurzdauernden Inspiration, auf welche die Exspiration unmittelbar folgt, der Fall eintreten kann, dass während der ganzen allerdings sehr kurzdauernden Inspiration die Pulscurvenlinie sinkt, welche dann oft nur die Länge einer einzelnen Pulscurve oder gar nur eines Theiles derselben hat [2]. Das Umgekehrte findet natürlich bei einer sehr kurzdauernden Exspiration statt, sowie z. B. beim Husten, während das schluchzenartige Athmen eine kurzdauernde Inspiration ist [3].

Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass dies meist nur dann der Fall ist, wenn die Respiration keine seichte mehr ist, obgleich auch bei einer solchen manchmal an manchen Individuen sich der Einfluss einer so markirten Inspiration oder Exspiration ganz leicht erkennen lässt, doch möchte ich dies nicht als Regel aufstellen, da meine Erfahrungen in dieser Hinsicht mir nicht genügen.

---

[1] So finden wir bei Landois, l. c. p. 240, dann bei Sommerbrodt „ein neuer Sphygmograph" Breslau 1876, pag. 11, den Satz als feststehend angeführt, dass während der Inspiration der Blutdruck sinkt, während der Exspiration derselbe aber steigt. Dasselbe gilt von Riegel l. c.

[2] Hierher ist höchst wahrscheinlich auch die Fig. 71 *B* von Landois zu rechnen.

[3] Vergl. Wolff, l. c. p. 108 u. f.

d) Einfluss der sehr frequenten forcirten Respiration.

Auf S. 510—512 habe ich schon einige Curventafeln gegeben, welche Pulscurven unter dem Einflusse einer sehr frequenten, seichten Athmung zeigen. Es erleiden die Pulscurven dabei eine Deformation, welche ich nun näher besprechen will, da dieselbe von grosser Wichtigkeit ist. In den bisher gegebenen Curventafeln, mit Ausnahme der Fig. 21—27, konnte man die Verminderung des Blutdruckes an dem Sinken, die Vermehrung desselben an dem Steigen der Curvenreihe erkennen. Die Deformation, welche die einzelne Pulscurve dabei erleidet, ist meist eine unbedeutende und beschränkt sich bei nicht sehr frequenter Athmung gewöhnlich auf jenen Fall, den ich auf Seite 516 angeführt habe.

Nur dann, wenn eine der beiden Respirationsphasen plötzlich eintritt, kann mitunter eine starke Deformation einer Pulscurve eintreten, wie dies aus manchen der früheren Tafeln ersichtlich ist.

Gerade in den zwei in der Tabelle zuletzt angeführten Versuchen XI und XII ist es aber von Wichtigkeit die Änderung des Druckes nach der verschiedenen Form der einzelnen angeschriebenen Pulscurven zu erkennen.

Wäre die Pulscurvenreihe, wie ich schon auf Seite 522 erwähnt habe, nicht so unregelmässig durch die einzelnen wellenförmigen Erhebungen, sondern etwa so einfach wie die Curve, welche durch das Manometer am Kymographion angeschrieben wird, dann wäre eine Erläuterung wohl überflüssig.

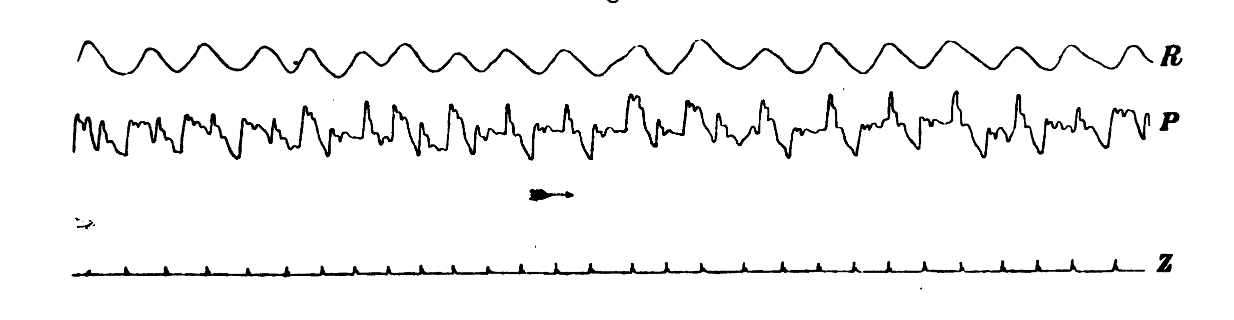
Es gibt aber Fälle, bei denen eine Entzifferung der vom Sphygmographen angeschriebenen Pulscurvenreihe dem Ungeübten nur sehr schwer gelingt und es manchmal gerade nur durch die veränderte Form der einzelnen Pulscurven möglich ist zu beurtheilen, dass eine Druckänderung stattgefunden hat.

Zur Erläuterung des eben Gesagten diene Fig. 40. Es ist dies ein dem in der Tabelle angeführten Versuche XI ziemlich analoger Fall.

Wenn man aber die Dauer einer Respirationsphase willkürlich so einrichtet, dass man in derselben Art und Weise, wie ich es schon auf Seite 509 beschrieb, synchron mit dem Pulsschlage forcirt respirirt, dann erhält

Versuch vom 15. April 1875 Vormittag. — Versuchsindividuum ein 24jähriger Mann.

Fig. 40.

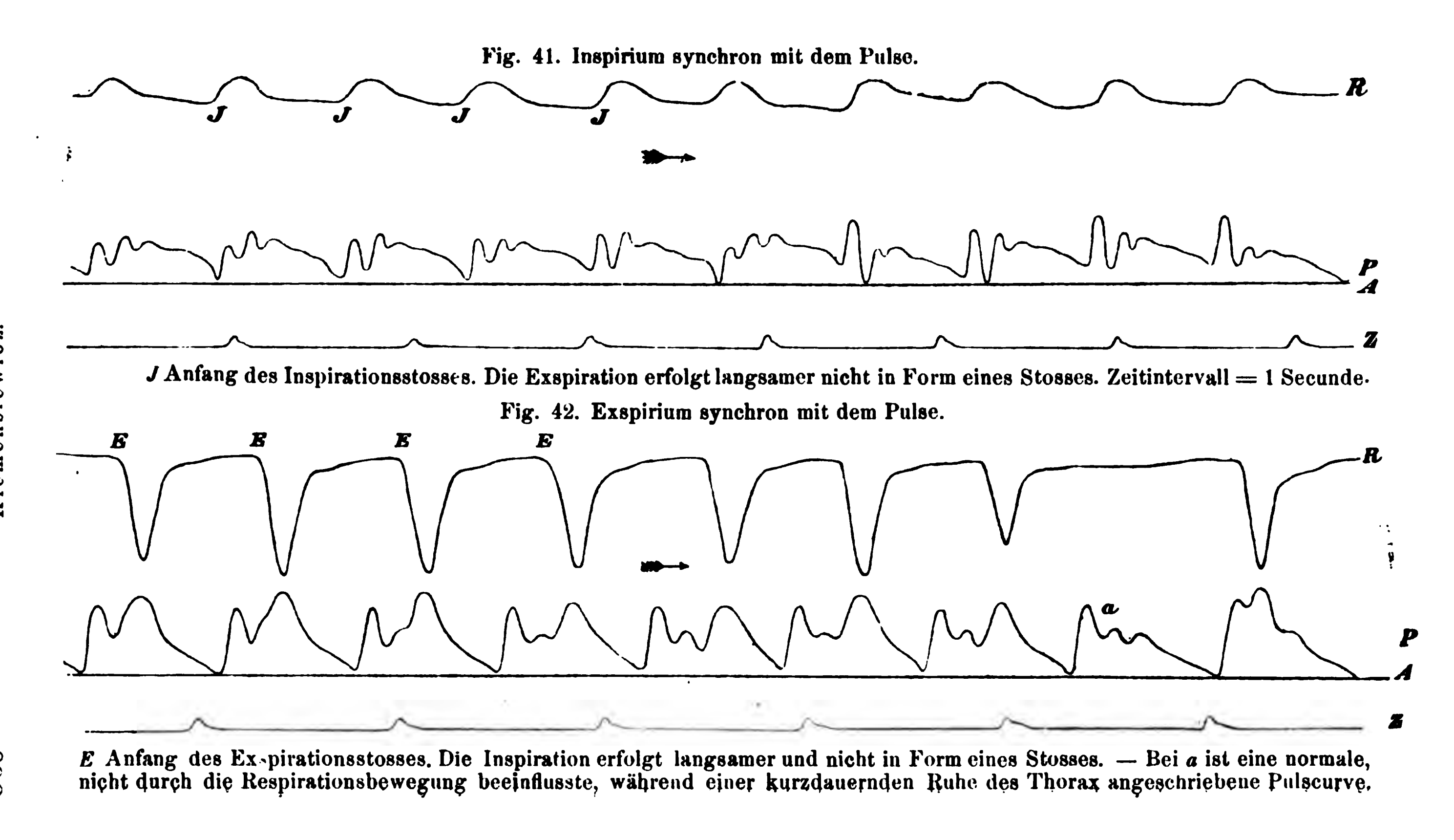


R Respirationscurve durch Marey's Cylindre elastique, *P* Pulscurve der Arteria carotis sin. durch die offene Pulskammer *Z* Zeitcurve, Intervall = 1 Secunde. — Respirationsfrequenz = 40, Pulsfrequenz 72.

man Pulscurven, aus denen man sehr deutlich den Einfluss sehen kann, welchen eine plötzliche Blutdruckvermehrung oder Verminderung auf die Form der einzelnen Pulscurve auszuüben im Stande ist.

Die folgenden drei, Fig. 41—43, geben ein deutliches Bild von dem Verhalten der Curven der Arteria carotis bei forcirten Respirationsphasen, welche synchron dem Pulse erfolgten, ebenso wie dies aus den Versuchen

Fig. 41. Inspirium synchron mit dem Pulse.

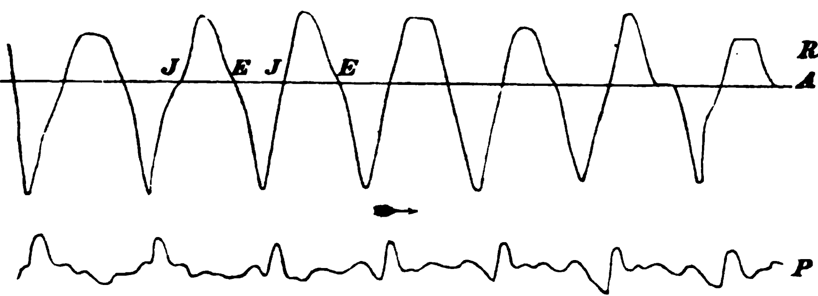


J Anfang des Inspirationsstosses. Die Exspiration erfolgt langsamer nicht in Form eines Stosses. Zeitintervall = 1 Secunde.

Fig. 42. Exspirium synchron mit dem Pulse.

E Anfang des Ex-pirationsstosses. Die Inspiration erfolgt langsamer und nicht in Form eines Stosses. — Bei *a* ist eine normale, nicht durch die Respirationsbewegung beeinflusste, während einer kurzdauernden Ruhe des Thorax angeschriebene Pulscurve.

Fig. 43.
Inspirium und Exspirium synchron mit dem Pulse.



J Anfang des Inspirations-, E Anfang des Exspirationsstosses.

Fig. 24—26 ersichtlich ist, in denen dieselbe Art der Respiration, jedoch bei geringerer Tiefe derselben herrschte.

Dass die Ursache der Formveränderung, welche die Pulscurven der Fig. 41—43 zeigen, die plötzlich und in bedeutender Tiefe erfolgenden Respirationsbewegungen sind, ist wohl einleuchtend.

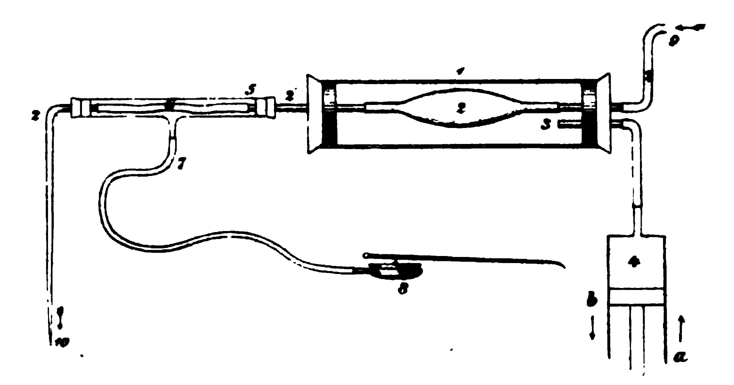
Einbrodt hat wohl zur Genüge bewiesen, dass der Grund des plötzlichen Steigens und Sinkens des Blutdruckes zu Anfang der Ex- und Inspiration in der beschleunigenden Kraft der Thoraxwand liege, welche Kraft sich zuerst äussert an den in der Brusthöhl eeingeschlossenen Organen: Lunge, Herz und grosse Gefässe. Bei jeder Inspiration erleiden diese Organe durch die Thoraxwand einen Zug, bei jeder Exspiration einen Druck.

Da nun die beschleunigenden Kräfte, welche durch die Bewegungen des Thorax erzeugt werden, von dem Unterschiede des Luftdruckes auf der inneren und äusseren Lungenoberfläche abhängen, so schien es mir erlaubt, diese Verhältnisse durch ein Schema nachzuahmen, in welchem durch eine Pumpe der Luftdruck in einem geschlossenen Raume bald vermehrt, bald vermindert wurde. Befindet sich in diesem Raume ein das Herz darstellender Kautschukballon, von dem jederseits ein Schlauch aus dem abgeschlossenen Raum führt, so ist das Schema für die Verhältnisse des Thorax zu den Blutgefässen hergestellt.

In Fig. 44 stellt 1 einen beiderseits durch Kautschukpfropfen verschlossenen Glascylinder dar, durch welchen das Rohr 2 zieht.

Dasselbe ist im Glascylinder selbst zu einem Ballon aufgetrieben, welcher das Herz vorstellt. Bei 3 communicirt der Hohlraum 1

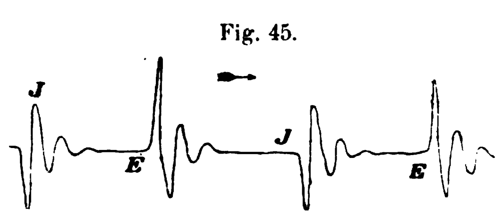
Fig. 44.



mit dem der Pumpe 4. Nachdem der Schlauch 2 den Glascylinder verlassen hat, gelangt er in einen zweiten Cylinder 5, welcher den elastischen Schlauch 6, der aus sehr dünnwandigem Materiale besteht, enge umschliesst und dessen Hohlraum durch einen seitlichen Ansatz vermittelst des Schlauches 7 mit einer Marey'schen Trommel 8 in Verbindung steht. Auch dieser Glascylinder 5 ist beiderseits durch Kautschukpfropfen, welche nur den Schlauch 2 durchlassen, gut verschlossen. Der Schlauch 2 biegt nach dem Durchtritt durch den Hohlraum 5 nach abwärts und mündet mit einer feinen Öffnung bei 10. Bei 9 kann man durch Ansatz des Schlauches 2 an ein Druckgefäss oder an den Hahn einer Wasserleitung, durch denselben einen Flüssigkeitsstrom leiten, welcher bei 10 ausfliesst. Bewege ich nun den Stempel der Pumpe 4 in der Richtung des Pfeiles *a*, so wird der Druck im Innern des Hohlraumes 1 vermehrt, bewege ich ihn in der Richtung des Pfeiles *b*, so wird der Luftdruck vermindert. So oft der Druck in 1 vermehrt oder vermindert wird, pflanzt sich diese Druckschwankung auf die in dem elastischen Schlauche enthaltene Flüssigkeit fort und läuft in Form einer Spannungswelle über den ganzen Schlauch ab, welche im ersten Falle mit einer positiven, im zweiten Falle mit einer negativen Phase beginnt. Dort, wo der Schlauch aus nachgiebigen Wandungen besteht, wie bei 6, wird sich eine Schwingung der Schlauch-

wandung bemerkbar machen, welche durch die Trommel 8 registrirt werden kann. Fig. 45 gibt die durch dieses Schema erhaltenen Curven wieder, welche bei verschiedenen Bewegungen des Pumpenstempels erhalten wurde.

Fig. 45.



J Verdünnungswelle, *E* Verdichtungswelle.

Es ist nun klar, dass die Bewegung der Thoraxwand bei der In- und Exspiration einen analogen Einfluss auf die in dem Brustraum enthaltenen nachgiebigen Gebilde ausüben muss, wie dies die Bewegungen des Stempels in dem angeführten Schema auf den im Hohlraum 1 eingeschlossenen Schlauch thun.

Zu berücksichtigen ist dabei nur, dass es gerade hier sehr wesentlich auf die Zeitdauer ankommt, welche während des Stempelstosses vergeht. Auch ganz langsam erfolgende Verdichtungen und Verdünnungen lassen sich registriren, nur ist natürlich dem entsprechend die Form der Wellen eine andere. Da ich aber diese Thatsachen einzig und allein benützen will zur Erklärung der Formveränderung der Pulscurven bei plötzlich erfolgenden Respirationsstössen, so genügt das eben Gesagte. Ich bin mir nämlich vollkommen bewusst, dass das angeführte Schema an Mängeln leidet, welche hauptsächlich darin bestehen, dass jene Compensationen, der Blutdruckschwankungen, welche nach Einbrodt in dem vermehrten oder verminderten Blutzufluss zum Thorax und in der geänderten Schlagfolge des Herzens bestehen, hier nur unvollkommen nachzuahmen sind. Diese Mängel würden aber nur dann fühlbar werden, wenn man durch dieses Schema Pulswellen erzeugen, und den Einfluss langsamer Respirationen auf den Blutdruck untersuchen wollte. Da nun aber gerade bei rasch erfolgenden Respirationen der Blutdruck in unseren Versuchen keine andere Änderung erfährt, ausser der, welche an der geänderten Form der einzelnen Pulscurve kenntlich ist, so glaube ich mich hinreichend berechtigt, die Versuche, die ich an diesem Schema angestellt habe, zur Erklärung der am

Menschen unter gewissen Bedingungen auftretenden Pulscurvenformen benützen zu dürfen. Und zwar will ich annehmen, dass bei einer rasch erfolgenden tiefen Inspiration am Blutgefässsysteme des Menschen etwas Ähnliches vorgeht, wie am Schlauche 2 im angeführten Schema, wenn man den Stempel der Pumpe in der Richtung des Pfeiles *b* bewegt. Es läuft eine mit einer negativen Phase beginnende Spannungswelle über das Gefässsystem ab. Denken wir uns nun diese Welle gleichzeitig mit der Pulswelle der Arteria carotis entstehen, so wird Fig. 46 ein Bild geben, wie durch Addition dieser beiden Curven eine dritte entsteht, welche der durch die forcirte rasch ablaufende Inspirationsbewegung modificirten Form der Carotiscurve entspricht. Es ist dies gewissermassen eine deformirte inspiratorische Pulswelle, erzeugt durch die Einwirkung der in Folge der Inspiration in den Blutgefässen auftretenden und mit einer negativen Phase beginnenden Spannungswelle auf die normale Pulswelle.

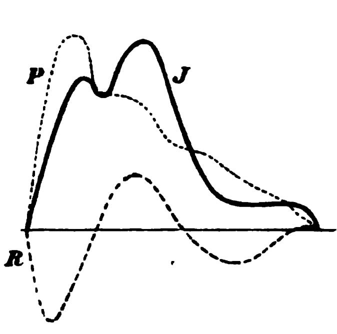
Auf analoge Art kann man sich, wie dies in Fig. 47 ersichtlich gemacht ist, die deformirte exspiratorische Pulswelle erzeugt denken durch Einwirkung einer mit einer positiven Schwankung beginnenden Spannungswelle auf die normale Pulswelle. In beiden Fällen erhält man Curven, welche denen, die man durch Versuche von dem Menschen erhalten kann, sehr ähnlich sind und dienen zum Vergleiche die Fig. 48 und 49, welche von der arteria carotis des Menschen erhalten wurden.

In den hier angeführten Beispielen fällt der Beginn der Respirationsphase stets mit dem Beginne des aufsteigenden Curvenschenkels der Pulscurve zusammen. Ist dies aber nicht der Fall, sondern tritt die Respirationsphase erst nach oder vor der Dilatation der Arterie ein, dann erhält man mannigfache Modificationen der in Fig. 46 und 47 gegebenen Curvenformen. Als Beispiel für solche Fälle dienen die Fig. 40—43, in denen der Eintritt der Respirationsphase mit den verschiedensten Theilen der einzelnen Pulscurven zusammenfällt, welche dann dem entsprechend sehr verschiedenartige Formen zeigen, wie dies aus den Curventafeln ersichtlich ist[1].

---

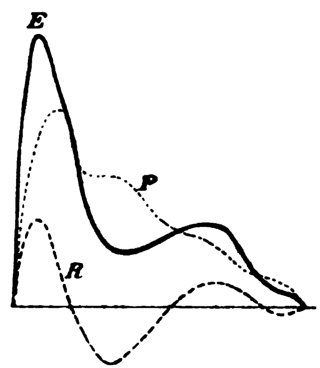
[1] Vergl. auf Tafel II, Fig. 6 und Fig. 24 bis 26 auf Seite 510 - 512.

Fig. 46.



P...... normale Pulscurve.
R– – – Spannungswelle durch eine rasch ablaufende Inspiration erzeugt, mit einer negativen Phase beginnend.
I—— deformirte, inspiratorische Pulscurve.

Fig. 47.



P...... Normale Pulscurve.
R– – – Spannungswelle durch eine rasch ablaufende Exspiration erzeugt, mit einer positiven Phase beginnend.
E—— deformirte, exspiratorische Pulscurve.

Fig. 48.

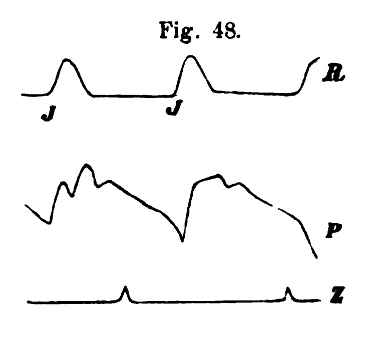


Fig. 49.[1]

Deformirte inspiratorische — Deformirte exspiratorische Pulscurven.

[1] In Fig. 46 und 47 ist der zeitliche Verlauf der Spannungswellen *R* so dargestellt, dass dieselbe in derselben Zeit über das Blutgefäss ablaufend gedacht wird, in welcher auch eine Pulswelle abläuft, so dass also Anfang und Ende von Puls- und respiratorischer Spannungswelle zusammenfallen. In Fig. 46 ist dieser Fall für eine Inspiration, in Fig. 47 für eine Exspiration dargestellt. Bei Fig. 48 und 49 sind aber die Verhältnisse der Respiration

Wenn auch die Form und die relativen Grössenverhältnisse der in Fig. 46 und 47 angeführten Curven *R* möglicherweise mannigfachen Schwankungen unterliegen, so ist doch so viel sicher, dass bei der Inspiration eine Spannungswelle mit negativer Phase beginnend, bei der Exspiration eine solche mit positiver Phase beginnend, über das Gefässsystem abläuft.

Dies festhaltend, glaube ich durch das oben angeführte Schema den Anforderungen einer befriedigenden Erklärung genügt zu haben.

e) Einfluss der behinderten forcirten Respiration auf die Form der Pulscurven.

In allen bisher angeführten Versuchen wurde meist durch die Nase allein geathmet und wo dies nicht der Fall war, ist es ausdrücklich dabei bemerkt.

Entsprechend der auf Seite 506 angegebenen Methode des Verfahrens untersuchte ich auch noch den Einfluss der forcirten Respiration, wenn durch den offenen Mund oder wenn durch nur ein Nasenloch allein geathmet wurde. In Fig. 50 und 51 gebe ich Curventafeln zweier Versuche, welche in einer einzigen Sitzung unmittelbar hinter einander angestellt wurden.

Es tritt aber bei weitem nicht bei allen Individuen der Fall ein, der in diesem Versuche dargestellt ist; dass nämlich, wenn auch die Respiration sehr forcirt ist, sich wie in Fig. 50 doch scheinbar nahezu kein Einfluss der Athmung auf die Form der Pulscurvenreihe geltend macht. Ich sagte scheinbar, weil mir die Beobachtung von Einbrodt[1], nach welchem die geänderte

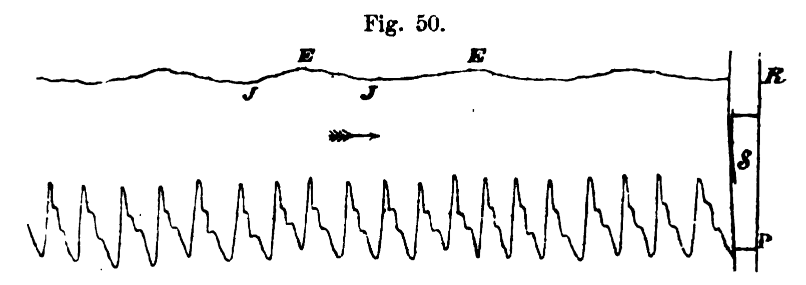
---

nicht vollkommen dieselben, da man bei Betrachtung der Curven *R* findet, dass in Fig. 48 zwar der Anfang der Pulscurve mit dem Beginne der Inspiration *J* zusammenfällt, nicht aber das Ende der Pulscurve mit dem Inspirationsende, sondern es fällt in die Dauer einer Pulscurve eine rasch ablaufende Inspiration und eine langsamer erfolgende Exspiration. Ein Fall, welcher bei dem Umstande, als eine langsam ablaufende Exspiration keinen oder doch nur einen ganz mässigen Einfluss auf die Form der Pulscurven auszuüben vermag, die Resultate des Versuches nicht wesentlich zu modificiren vermag. Etwas Ähnliches gilt von Fig. 49, bei welchem Versuche auch der Beginn der Exspirationscurve mit dem Beginne der Pulscurve, nicht aber die Enden der beiden Curven zusammenfallen.

[1] L. c.

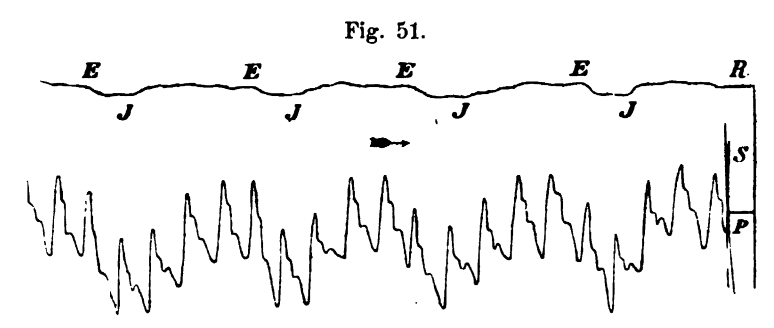
Versuch vom 19. April 1875 Nachmittag. — Mädchen, 10 Jahre alt. Puls der Arteria carotis sin. mit der offenen Pulskammer. Zeitintervall = 1 Secunde.

Fig. 50.



R Respiration sehr forcirt durch den weit geöffneten Mund und durch die Nase. *P* Pulscurve, Pulsfrequenz = 114, Respirationsfrequenz = 26. *S* Schlusszeichen. *J* Inspirationsbeginn. *E* Exspirationsbeginn.

Fig. 51.



R Respiration forcirt nur durch 1 Nasenöffnung. *P* Puls, Frequenz = 140, Respirationsfrequenz = 24. *S* Schlusszeichen. *J* Beginn der Inspiration *E* Beginn der Exspiration [1].

Schlagfolge des Herzens und die verschiedene Füllung des Herzens mit Blut, in den verschiedenen Respirationsphasen die beschleunigende Kraft der Thoraxwand in Bezug auf ihre Wirkung compensiren, sehr geeignet scheint, die hier zu Tage

[1] Die Dauer der Inspiration ist in Fig. 50 kürzer als die der Exspiration, was der normale Fall zu sein pflegt. Es ist nun leicht einzusehen, warum bei behinderter Inspiration dieselbe viel länger ausfallen muss, wie dies aus Fig. 51 deutlich ersichtlich ist.

tretenden Erscheinungen zu erklären. Findet nämlich eine völlige Compensation statt, dann ist eben von einer Veränderung der Curvenreihe auch bei forcirter Respiration keine Rede.

Findet eine ungenügende Compensation statt, dann wird während der Inspiration die Curvenreihe sinken und während der Exspiration steigen. Findet aber eine übermässige Compensation statt, dann sieht man jene Erscheinungen auftreten, die in Fig. 51 dargestellt sind.

Man findet nun bei vielen Individuen, dass eine solche Compensation selbst beim Athmen durch den offenen Mund nicht völlig eintritt, sondern es sind die zwei Fälle, die ich zuletzt anführte, möglich. Doch habe ich unter dreissig Individuen nur an zweien den Fall beobachten können, dass bei einer Inspiration durch offenen Mund und Nase während der ganzen Dauer der Inspiration die Pulscurvenreihe sank. Einer dieser beiden jungen Männer ist nachweisbar Phthisiker, während ich von dem zweiten keine bestimmten Nachweise über das Verhalten seiner Lungen besitze. Nach meinen Erfahrungen, die ich im Laufe der Untersuchung gesammelt habe, bin ich aber genöthigt, diese beiden erwähnten Fälle so zu erklären, dass in ihnen die Athmung behindert war, und dass eine ungenügende Compensation der beschleunigenden Kraft der Thoraxwandungen stattfand.

Wie stark übrigens der Einfluss der behinderten Respiration sich geltend zu machen im Stande ist, kann man aus Fig. 52 beurtheilen, in welcher der zu Beginn der Exspiration angeschriebene Punkt *b* um mehr als das Doppelte von der Abscisse absteht, als der Punkt *a*, welcher zu Beginn der Inspiration angeschrieben wurde.

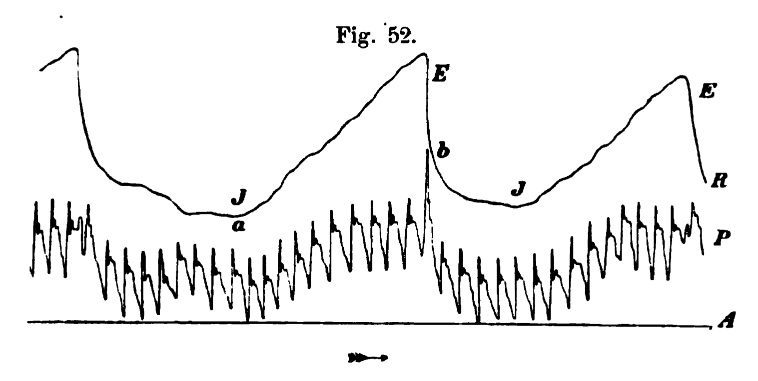
Um auch in dieser Hinsicht den Anforderungen zu genügen, habe ich, wie schon erwähnt, eine grosse Anzahl von Versuchen angestellt und zwar in der Art, dass verschiedene Individuen (30 an der Zahl) nacheinander in dreifacher Art athmen mussten. Ein Mal ganz seicht oder nur mässig forcirt durch die Nase, dann sehr forcirt durch den offenen Mund. Endlich forcirt und zwar nur durch ein einziges Nasenloch.

Als Beispiel füge ich Fig. 1—6 auf Tafel II bei. Alle diese Versuche wurden mit Farbe auf unendliches Papier aufgeschrieben und zwar desshalb, weil ich oft viele Minuten lang den Ver-

such andauern liess, und dann, weil ich bei öfters sehr schnellem Gange des Uhrwerkes untersuchte, wobei eine mit berusstem Papier überspannte rotirende Trommel nicht gut verwendbar ist.

Versuch vom 7. April 1876, Vormittag. — 26jähriger Mann. Carotis sin. Apparat nach Brondgeest.

Fig. 52.



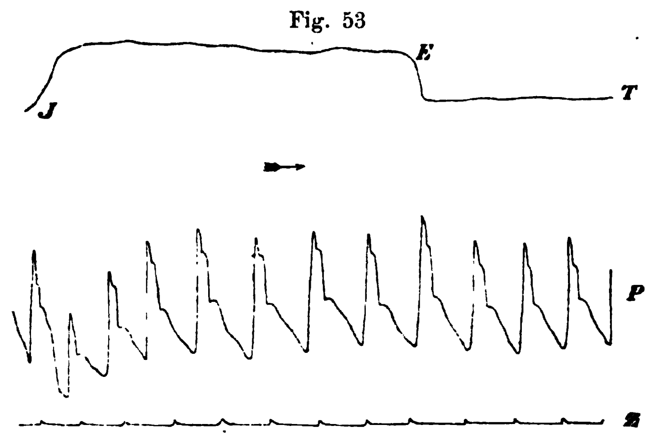
R Respiration, *J* Inspirationsbeginn, *E* Exspirationsbeginn, Frequenz = 4, *P* Pulscurve. Frequenz = 68, *A* Abscisse, *Z* Zeitdauer = 1 Secunde.

Bei Betrachtung dieser Curven sieht man, dass eine oft sehr forcirte Athmung durch Mund und Nase nicht so stark auf die Form der Curvenreihe einzuwirken im Stande ist, als dies durch eine oft nur mässige, aber behinderte Athmung geschieht. Taf. II, Fig. 1 u. 2. Ferner sieht man, dass eine oft nicht forcirte und nicht behinderte Athmung keine oder doch wenigstens eine ganz unbedeutende Einwirkung auf die Form der Pulscurvenreihe ausübt, während eine ganz mässige Respiration, welche behindert ist, einen gewaltigen Einfluss hat. Vergl. Fig. 4 und 5 auf Tafel II.

Nur graduell nicht wesentlich verschieden von den hier angeführten Versuchen mit stark behinderter Athmung sind jene, welche ich anstellte, um den Einfluss zu untersuchen, den eine blosse Thoraxbewegung ohne Einströmen von Luft auf die Form der Pulscurven auszuüben im Stande sei. Es genüge die beigegebene Fig. 53, welche in jeder Beziehung mit jenen Curven übereinstimmt, welche bei Versuchen mit forcirter langsamer Respiration von gleichem Typus gewonnen wurden.

Versuch vom 5. April 1876 Nachmittag. — Pulscurve der Arteria carotis sin. mit dem Apparate von Brondgeest, von einem 42 Jahre alten kräftigen Arbeiter. Bewegung des Thorax bei Verschluss von Mund und Nase.

Fig. 53



T Curve der Thoraxbewegungen. *J* Beginn der Erweiterung des Thorax. *E* Beginn der Verengerung desselben. *P* Pulscurven. *Z* Zeitcurve, Intervall = 1 Secunde.

Im Anschlusse an diesen Abschnitt über den Einfluss der behinderten forcirten Respiration muss ich noch Einiges erwähnen, was, obgleich allgemein bekannt, noch von mehreren Untersuchern, die über diesen Gegenstand gearbeitet haben, nicht gehörig gewürdigt worden ist.

Als Ursachen der Blutdruckänderung bei der Athmung sind, wie schon früher erwähnt wurde, die beschleunigende Kraft der Thoraxwand und die am Herzen hervorgebrachte Füllung mit Blut anzusehen[1]. Neben diesen beiden kann auch noch die geänderte Schlagfolge des Herzens als begünstigendes Moment aufgeführt werden.

Würden einzig und allein die beschleunigenden Kräfte wirken, die die Bewegungen der Brustwand auf die im Thorax enthaltenen Organe ausüben, so würden jene Fälle eintreten,

[1] Vergl. Einbrodt, l. c. pag. 55.

welche Marey[1] und Landois[2] in ihren Untersuchungen als wirklich vorhanden annehmen, es müsste bei der Inspiration der Blutdruck sinken, während der Exspiration steigen. Da nun, wie leicht einzusehen ist, diese beschleunigenden Kräfte um so grösser werden, je ausgiebiger und rascher die Bewegungen der Thoraxwandungen sind und je grösser die Widerstände sind, die dem Ein- und Ausströmen der Luft im Respirationstracte entgegenwirken, so ist es ganz erklärlich, warum bei behinderter Athmung das Fallen der Pulscurvenreihe im Beginne der Inspiration, das Steigen im Beginne der Exspiration so deutlich und auffallend ausgeprägt ist.

Nun tritt aber noch die aspiratorische Thätigkeit des Thorax während der Inspiration hinzu, welche eine grössere Menge von Blut während dieser Respirationsphase in den Thoraxraum einsaugt, so dass das Herz reicher an Blut ist als während der Exspiration. Diese Blutüberfüllung des Herzens bei der Inspiration, welche letztere dem negativen Respirationsdrucke Einbrodt's[3] gleichwerthig ist, bewirkt nun eine Steigerung des Blutdruckes im weiteren Verlaufe der Inspiration. Tritt noch eine vermehrte Schlagfolge des Herzens hinzu, so compensiren diese beiden letzteren Momente die durch die beschleunigenden Kräfte der Thoraxwand erzeugte Blutdruckverminderung nicht nur völlig, sondern sie übercompensiren dieselbe noch um ein Bedeutendes. Da nun bei behinderter Athmung die Volumszunahme des Thorax bei der Inspiration nicht in dem Masse wie bei Athmung durch den offenen Mund und durch die Nase von der einströmenden Luft gedeckt wird, so muss vermöge des grösseren äusseren Luftdruckes das Blut in den Thoraxraum aus den Venen ausserhalb desselben einströmen und zwar in einer bedeutend grösseren Menge als unter ganz normalen Verhältnissen.

Die Wirkungen der behinderten Exspiration an der Hand der so exacten Untersuchungen Einbrodt's auf dieselbe Weise zu erklären, halte ich nach dem Gesagten für überflüssig und ich will nun nur noch die Thatsache erklären, dass die Steigerung

---

[1] L. c. pag. 289.
[2] L. c. pag 270.
[3] L. c.

des Blutdruckes bei Beginn der Exspiration und das Fallen bei Beginn der Inspiration um so deutlicher an dem Steigen und Sinken der Pulscurvenreihe erkenntlich ist, je rascher eine Respirationsbewegung von bestimmter nicht zu geringer Tiefe ausgeführt wird. So wie bei dem von mir angeführten Schema bei rascheren Stempelbewegungen[1] deutlichere Druckschwankungen am Schlauche 1 auftraten als bei weniger raschen, so ist es auch erklärlich, warum bei einer plötzlich erfolgenden Inspiration sich die beschleunigenden Kräfte der Thoraxwand in Form eines Zuges auf die Organe des Brustkorbes weit mehr bemerkbar machen, als bei einer langsam erfolgenden Respirationsbewegung. Überdies kann die Luft, die in den Luftwegen ein bedeutendes Hinderniss zu überwinden hat, von Aussen her nicht mit so grosser Geschwindigkeit von der Trachea bis in die Infundibula vordringen, was nöthig wäre, um die schnell erfolgte Erweiterung des Thorax vollständig mit Luft zu erfüllen.

Das gerade Entgegengesetzte gilt für eine rasch erfolgende Exspirationsbewegung, bei welcher ebenfalls die beschleunigenden Kräfte der Thoraxwand fast ungeschwächt auf das Herz und die grossen Gefässe übertragen werden.

Dass diese Verhältnisse bei behinderter Respiration um so auffallender auftreten müssen, je grösser die Widerstände in den Luftwegen sind und je rascher die Athmung ist, das ist leicht erklärlich.

Da ich im Verlaufe von meinen Untersuchungen bei lange dauernden Respirationsbewegungen auf Unregelmässigkeiten in der Form der Pulscurvenreihe stiess, welche sich besonders bei forcirten Exspirationen, die auf eine langdauernde Inspiration folgten, bemerkbar machten, so richtete ich einige Versuche so ein, dass *ich* auch noch die Bauchdeckenbewegung zu controliren im Stande war. Die Art des Verfahrens habe ich auf Seite 495 beschrieben. Ich konnte auf diese Weise die bekannten Thatsachen bestätigen, dass bei normaler, seichter oder forcirter Respiration durch die Bewegungen des Zwerchfelles die Bauchdecken bei der Inspiration vorgewölbt und bei der Exspiration

[1] Der Stempel schloss nicht vollständig luftdicht, sondern erlaubte ein mässiges Ein- oder Ausströmen von Luft.

eingezogen werden, und dass bei sehr forcirten inspiratorischen Thoraxbewegungen nach dem anfänglichen Vorwölben der Bauchdecken eine Einziehung derselben zu Ende der Inspiration statthaben kann, dessen Ursache in der bedeutenden Vergrösserung des Thoraxraumes, im Durchmesser von vorne nach hinten und rechts nach links und in der bedeutenden Hebung des unteren Rippenrandes liegt. Das Umgekehrte findet bei der sehr forcirten Exspiration statt.

Die Einziehung der Bauchdecken kann auch schon im Beginne eines sehr rasch ablaufenden Inspirationsstosses auftreten. Dabei sind aber vielfach willkürliche Bewegungen im Spiele, welche die verschiedenartigsten Beziehungen der Bewegung der Bauchdecken zu der gleichzeitig erfolgenden Thoraxbewegung bedingen. Es sind dies Momente, welche für die Untersuchung von pathologischen Pulsformen möglicherweise ins Gewicht fallen könnten. Ich selbst vermied diese Fälle und berücksichtigte hauptsächlich solche Bewegungen der Bauchdecken, die sich als Folgen der Thoraxbewegungen mit Ausschluss der Willkür ergaben und welche sich nachweislich von Einfluss auf die Form der Pulscurvenreihe zeigten, aber immer mit den Thoraxbewegungen in Bezug auf ihre Wirkung gleichsinnig waren.

So ergab sich, dass eine Vorwölbung des Abdomens bei mässiger Respiration, bei welcher aber der Thorax nicht betheiligt war, ebenso wie die Inspirationsbewegung der Rippen wirke. Von der Einziehung gilt das Entgegengesetzte.

In Betreff langdauernder Exspirationen, bei denen der Thorax im Zustand der Exspirationspause längere Zeit verharrt, erwähne ich noch, dass manches Mal heftige Zwerchfellbewegungen einzutreten pflegen, welche sich an entsprechenden Unregelmässigkeiten der Pulscurven äussern.

Obgleich ich nun, wie früher erwähnt wurde, auf die unwirksamen Abdominalbewegungen und auf die willkürlichen nicht näher einging, so muss ich doch wenigstens einen Fall erwähnen, welcher geeignet ist, die Unrichtigkeit eines von Marey[1] angeführten Versuches zu constatiren. In diesem Versuche sucht Marey zu beweisen, dass während der Respiration ausser

[1] Circulation du sang, pag. 288 u. f.

gewissen bekannten Vorgängen im Thorax[1] auch im Abdomen Spannungsänderungen in der Aorta abdominalis vorkommen sollten, welche durch die Veränderung des von Aussen auf ihr lastenden Druckes herrühren und von den Bewegungen des Zwerchfelles und der damit in Verbindung stehenden Bauchdeckenbewegung abhängig sein sollten.

Da nun Marey annimmt, dass die Inspirationsbewegung des Thorax den mittleren Blutdruck in den Arterien sinken, die Exspiration aber denselben steigen macht[2], so betrachtet er die Vorgänge im Abdomen, welche während der Inspiration eine Compression der Aorta während der Exspiration eine Verminderung des Druckes auf der äusseren Oberfläche der Aorta abdominalis hervorbringen sollen, also gerade entgegengesetzt wären den Verhältnissen, die während der beiden Respirationsphasen im Thorax vorhanden sein sollen, als compensatorische in Bezug auf ihre Wirkungen auf den Blutdruck.

Man ist aber nicht berechtigt anzunehmen, dass auch die heftigste Respirationsbewegung eine Druckänderung in der Aorta abdominalis hervorzubringen im Stande ist, die in einer durch Zwerchfellsbewegungen bedingten Druckänderung im Abdomen selbst ihren Grund hat. Denn abgesehen davon, dass ja wenigstens für mässige Tiefe der Athmung die Bewegung der Bauchdecken eine compensatorische Wirkung auf die durch die Zwerchfellsbewegungen möglicherweise bedingten Druckänderungen ausübt, ist noch folgendes Moment zu berücksichtigen.

Im Abdomen findet sich eine beträchtliche Anzahl von grossen Venen mit nachgiebigen Wandungen und es ist gewiss, dass die in diesen Blutgefässen enthaltene grosse Blutmenge auf eine Druckänderung im Abdomen in erster Linie reagiren wird, was aber nur zu einer Strömung des Blutes gegen das Herz zu, also zu einer starken Füllung desselben mit Blut, führen könnte.

Ausser diesen Überlegungen spricht aber noch die Thatsache ganz entschieden für die Unhaltbarkeit der Anschauung

---

[1] Wobei Marey aber nur auf den Zug der elastischen Lungen, nicht aber auf die beschleunigende Kraft der Thoraxwand bei Erweiterungen des Brustkorbes Rücksicht nimmt.

[2] L. c. pag. 289 und 290.

von Marey, dass man mit den Bauchmuskeln die heftigsten Bewegungen ausführen kann, ohne dass dadurch die Form der Pulscurvenreihe eine irgendwie bedeutende Änderung erlitte.

Ich stellte diese Thatsache dadurch fest, dass bei meinen Versuchen mit der Bauchmusculatur heftige Bewegungen ausgeführt wurden, welche ich auf der Trommel des Regulators registrirte. Gleichzeitig war ich bemüht, mit dem Thorax keine, oder doch nur ganz mässige Bewegungen auszuführen. An der ebenfalls verzeichneten Carotiscurve zeigte sich dann nie eine auffallende Änderung in der Form der Pulscurvenreihe.

Wenn nun Marey in seinem Versuche[1] durch Druck auf die Bauchdecken die Aorta comprimirt, so hat dies keinerlei Analogon in den thatsächlichen Verhältnissen bei den Respirationsbewegungen des Abdomens und wird offenbar denselben Erfolg für den Blutdruck haben, den die Ausschaltung eines grösseren Gefässbezirkes durch Anlegung einer Ligatur an eine Arterie im Momente der Zuziehung derselben und noch einige Zeit nach dieser auf die Form der Pulscurvenreihe auszuüben vermag. Es ist daher, glaube ich, nicht gestattet, diesen Versuch zu einer Erklärung der bei der forcirten Athmung auftretenden geänderten Blutdruckverhältnisse zu benützen.

2. Versuche an anderen Arterien.

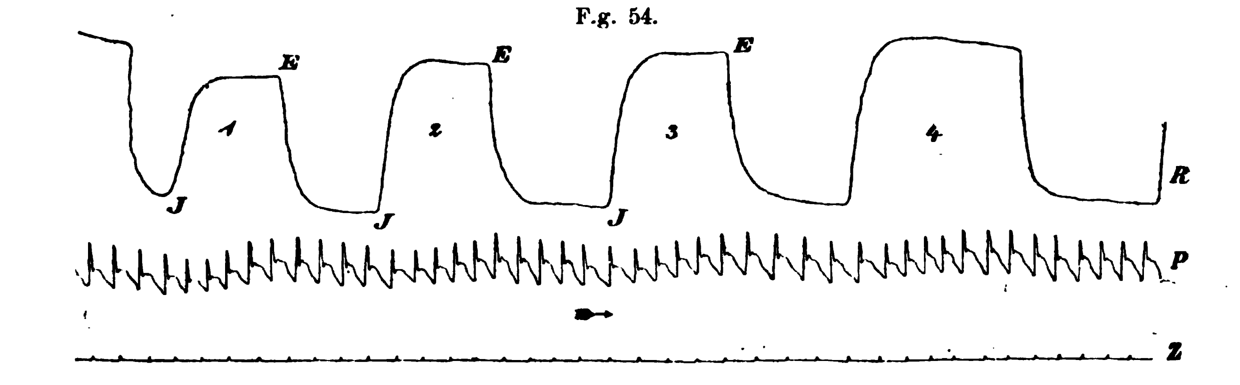
Alle bis jetzt angeführten Versuche zeigten Pulscurven, die von der Arteria carotis gewonnen waren. Die Grösse des Gefässes und die Bequemlichkeit, mit welcher sich am Halse untersuchen lässt, empfehlen schon von vornherein diese Arterie. Von ganz besonderer Wichtigkeit war mir aber der Umstand, dass wegen der Nähe derselben am Thorax sich alle Einflüsse der Bewegungen desselben auf den Blutdruck voraussichtlich an der Carotis auch deutlicher ausprägen mussten als an verhältnissmässig weiter vom Thorax entfernt liegenden und zur Application der von mir verwendeten Apparate geeigneten Arterien. Dennoch versäumte ich es nicht, auch Versuche an anderen Arterien anzustellen. Obgleich ich hervorhebe, dass ich solche Versuche nur ausnahmsweise und als Controllversuche anstellte.

[1] L. c. pag. 289.

Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass der Einfluss der Athmung an entfernten Arterien je nach ihrer Distanz vom Thorax ein verschiedener ist. — Ja, dass man bei mässiger Respiration häufig gar keinen Einfluss derselben auf die Form der Pulscurven bemerkt. Es hängt dies natürlich, ausser von individuellen Verschiedenheiten, auch von der Tageszeit ab, in der man untersucht. — Ich wählte für solche Versuche, z. B. an der Arteria radialis, stets die Zeit nach dem Mittagmahle, in welcher meiner Erfahrung nach die bis jetzt besprochenen Verhältnisse der Pulscurvendeformationen am Deutlichsten hervorzutreten pflegten. — Fig. 54 gibt ein Beispiel eines solchen Versuches.

Versuch vom 8. April 1876. Nachmittag. Der Apparat von Brondgeest war auf der Arteria radialis dextra aufgesetzt. — Respiration forcirt durch beide Nasenöffnungen.

F.g. 54.



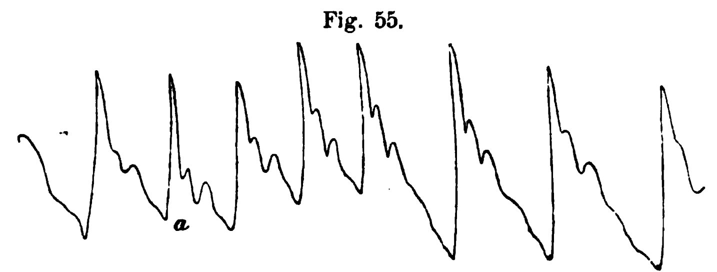
Man sieht in diesem Versuche besonders bei 1 mit dem Beginne der Inspiration (I) den Blutdruck sinken, dann unter Vermehrung der Frequenz der Herzschläge während der Dauer der Inspiration steigen. In der Exspiration sieht man (bei Respiration 2) anfangs den Blutdruck steigen, dann sinken.

Bevor ich zu der Aufzählung der aus meinen Versuchen gewonnenen Resultate übergehe, muss ich noch eines Umstandes erwähnen, der mir bei jenen Versuchen besonders auffallend war, die ich in der Tabelle auf Seite (528 u. f.) zusammengestellt, aber durch keine Curventafeln erläutert habe.

Ist nämlich die Respiration sehr tief und sind die Phasen sehr lang andauernde, dann tritt ausser der Blutdruckänderung die durch ein Steigen oder Sinken der ganzen Curvenreihe gekennzeichnet ist und ausser der Änderung der Frequenz auch noch eine Änderung der Form der Pulscurven ein, welche man nicht als Deformation in dem früher gebrauchten Sinne bezeichnen kann, sondern welche mit einer Änderung in der Kraft der Herzimpulse in Zusammenhang gebracht werden muss.

Aus beistehender Figur, welche mit dem Sphygmographen von Marey von der Arteria brachialis in der Ellenbeuge abgenommen ist, kann man dieses Verhältniss während der Dauer eines Inspiriums deutlich entnehmen.

Fig. 55.



Curve der Arteria brachialis in cubitu von einem 20 Jahre alten Manne. — Bei *a* begann eine tiefe Inspiration, welche durch die ganze Zeit andauerte während welcher das Täfelchen an dem Hebel des Marey-schen Sphygmographen vorbeigeschoben wurde.

Man sieht hier deutlich, dass die Höhe der Pulscurven, welche zu Anfang der Inspiration eine bestimmte mittlere ist gegen das Ende der Inspiration oder besser gesagt, während der inspiratorischen Stellung des Thorax eine bedeutend grössere wird. Bei der Exspiration findet etwas Ähnliches statt. Daraus darf der Schluss gezogen werden, dass der Einfluss einer sehr forcirten langdauernden Respiration auf die Intensität der

einzelnen Herzschläge in einzelnen Fällen an Sphygmogrammen sich deutlich erkennen lasse[1].

Hier am Schlusse der Aufzählung meiner Versuche führe ich an, dass dieselben durch mehrere Jahre hindurch nahezu ununterbrochen fortgesetzt und fast ausschliesslich an jungen kräftigen Individuen im Alter von 18—28 Jahren ausgeführt wurden.

IV. Schlussfolgerungen.

Soweit eine Beurtheilung zulässig ist, geht aus diesen Versuchen hervor, dass das, was Einbrodt am Kymographion sah sich auch durch die von mir benützten Apparate mit dem Sphygmographen nachweisen lasse. — Einbrodt hat es nämlich leider versäumt, die zeitliche Dauer der einzelnen Respirationsphasen zu registriren. Doch so viel lässt sich behaupten, dass jene beiden ersteren Fälle, welche ich aus Einbrodt's Untersuchungen auf Seite 514 citirte, durch meine Versuche völlig bestätigt werden.

Ausser diesen beiden beschränkten Fällen lassen sich aber durch die Methode, welche ich angewendet habe, eine grosse Anzahl anderer mit Bequemlichkeit untersuchen. Die Ursache liegt darin, dass man den Apparat am Menschen appliciren kann und zwar ist ohne bedeutende Schwierigkeit eine exacte Handhabung dieser Vorrichtungen möglich. Gerade darin, dass der Apparat so gut zu Untersuchungen am Menschen anwendbar ist, sehe ich aber einen Vortheil, welcher geeignet ist, diese Art der Pulsuntersuchung mit gleichzeitiger Registrirung der Athmung auf Kliniken einzubürgern, da die bis jetzt geübte Methode der Untersuchung mit Marey's Federsphygmographen doch nur nach langer Übung und vieler Erfahrung zu fehlerfreien Resultaten führen kann[2].

---

[1] In den in der Tabelle angeführten Fällen I—IV und in vielen anderen, bei welchen die verschiedenen von mir benützten Pulsschreibeapparate in Verwendung waren, konnte ich diese Thatsache jedesmal constatiren. Vergl. auch Fig. 38 u. 54.

[2] Vergl. darüber Landois, l. c. p. 74 u. 286, Wolff, l. c. p. 3 u. f.

Die Resultate, welche ich im Verlaufe meiner Untersuchungen erhielt, sind kurz zusammengefasst folgende:

a) Die seichte Respiration äussert, wenn sie durch Mund und Nase geschieht, keinen irgendwie gearteten besonderen Einfluss auf die Form der Sphygmogramme, sei sie langsam oder schnell.

Ist dem freien Ein- und Ausströmen der Luft ein Hinderniss entgegengesetzt, so äussert sich ein Einfluss auch der seichten Respiration auf die Form der Pulscurven, der je nach dem Grade des Hindernisses und je nach der Frequenz der Athmung, ein verschiedener ist.

Ist die Athmung langsam, dann sieht man im Beginn der Inspiration die Curvenreihe sinken, aber nur kurze Zeit, im weiteren Verlaufe der Inspiration steigt sie wieder bis in den Beginn der Exspiration, wo der höchste Blutdruck herrscht, um im Verlaufe derselben bis in den Beginn der Inspiration wieder zu sinken[1].

Die Frequenzänderung der Herzschläge ist in diesen Fällen meist nicht oder doch nicht deutlich ausgesprochen.

Ist die Athmung sehr frequent, z. B. synchron mit dem Pulse, dann bleibt zwar die Curvenreihe in Bezug auf ihren geradlinigen Verlauf wenigstens nahezu unverändert, aber die einzelnen Pulscurven erleiden eine Deformation, welche verschieden ist je nach der Athmungsphase, in welcher die Pulscurve angeschrieben wurde, und verschieden ist, je nachdem der Beginn einer solchen Phase mit einem oder dem anderen Punkte des auf- oder absteigenden Curvenschenkels der Pulscurve zusammenfällt.

b) Die forcirte Respiration äussert immer einen Einfluss auf die Form der Pulscurven und meist auch einen deutlichen auf die Frequenz der Herzschläge.

Ist die forcirte Respiration langsam, z. B. nach dem Typus I, so tritt jener oben erwähnte Einfluss meist schon kenntlich zu

[1] Diese Einflüsse sind bei verschiedenen Individuen und zu verschiedenen Tageszeiten bald mehr, bald weniger deutlich sichtbar.

Tage. Deutlicher wird derselbe, wenn der Beginn der einzelnen Respirationsphasen plötzlich in Form eines Stosses eintritt, der übrige Theil derselben aber entweder in Form einer Pause oder aber als sanfte Bewegung erfolgt, z. B. Typ. II, III, IV.

In diesen Fällen war der zeitliche Verlauf der beiden Athmungsphasen nahezu gleich gewählt.

Ist aber dies nicht der Fall, sondern erfolgt eine Athmungsphase rasch und dauert sie auch nur ganz kurze Zeit an, dann kann es der Fall sein, dass sich nur jene Änderung des Blutdruckes an der Curvenreihe bemerkbar macht, welche bei langsamer Respiration zu Beginn der beiden Athmungsphasen aufzutreten pflegt. Ein Fallen der Curvenreihe in der Inspiration, ein Steigen derselben während der Exspiration.

Ist die forcirte Athmung sehr frequent, z. B. wieder synchron mit dem Pulse, so treten jene früher erwähnten Deformationen der Pulscurven ein, welche je nach der Tiefe der Athmung mehr oder weniger ausgeprägt sind und die ich auf Seite 536 u. f. ausführlich beschrieben habe.

In Bezug auf die Frequenzänderung der Herzschläge gilt als Regel, dass während der Inspiration die Anzahl derselben vermehrt, während der Exspiration vermindert ist.

Als Ausnahme kann nur der Fall gelten, wo die Dauer der Respirationsphasen eine so lange ist, dass man dies mit dem Namen des Einhaltens des Athems bezeichnen könnte.

Es tritt dann im Verlaufe der lange andauernden Respirationsphasen eine Umkehrung der zu Anfang der betreffenden Respirationsphase herrschenden Frequenzverhältnisse ein.

Wird bei forcirter Respiration dem Aus- und Einströmen der Luft ein Hinderniss entgegengesetzt, so treten die oben erwähnten Verhältnisse noch deutlicher hervor.[1]

---

[1] Während ich mit der Correctur der vorliegenden Arbeit beschäftigt war, veröffentlichte F. Riegel in der Berl. klin. Wochenschrift J. 1876, Nr. 47, einen Aufsatz: „Zur Symptomatologie der Stenosen der grossen Luftwege", in welchem an Curven der Art. radialis der Einfluss

Ausserdem scheint eine sehr forcirte und langdauernde Respirationsphase auch die Intensität der Herzschläge zu ändern, was sich an der geänderten Höhe der einzelnen Pulscurven äussert.

Es scheint mir hier der geeignete Ort, Einiges zu erwähnen, was mir den Umstand erklärlich macht, dass meine Resultate denen anderer Forscher zu widersprechen scheinen.

Alle Untersucher, die sich mit diesem hier behandelten Gegenstande beschäftigten, benützten fast ausschliesslich die Arteria radialis[1] des Menschen. Gerade darin aber, dass an der Carotis die Einflüsse der Athmung auf den Blutdruck sich so deutlich ausprägen, und darin, dass der Marey'sche Sphygmograph sehr schwierig an derselben in einer für Experimentator und Versuchsindividuum bequemen Weise zu appliciren ist, suche ich die Ursache dieser Differenzen.

Ich glaube, dass ferner die Curven, welche sowohl Marey als auch Andere darstellten, nach allen Regeln der Kunst angefertigt waren, aber die Deutung der durch die Athmung hervorgebrachten Deformationen ist eine unrichtige. Beweisend für die richtige Deutung meiner Curven ist eben die gleichzeitig registrirte Athmungscurve, welche bei allen früheren Untersuchern fehlt.

Aus dem eben Gesagten wird man es begreiflich finden, warum ich meine Versuche beinahe ausschliesslich an der Carotis des Menschen anstellte.

Obgleich ich es nicht versäumt habe, oft und oft an der Cruralis vom Hunde oder an anderen Arterien des Menschen in der gleichen Weise mit den verschiedensten Apparaten zu experimentiren, so kehrte ich dennoch, nachdem ich die Überzeugung von der Brauchbarkeit meiner Methode gewonnen, immer wieder zur Carotis zurück.

---

behinderter Athmung sehr deutlich zu sehen ist. Leider sind auch hier den Pulscurven keine gleichzeitig angeschriebenen Respirationscurven beigegeben, so dass ich kein Urtheil über die Druckänderungen während der beiden Respirationsphasen abzugeben mich berechtigt glaube.

[1] Nur Landois gibt in seinem Buche auch Abbildungen von der Hundecruralis und Carotis des Menschen.

Schliesslich führe ich an, dass ich es absichtlich vermieden habe, mich in dieser Abhandlung über die Formveränderungen, welche die secundären Erhebungen der Pulscurve erleiden, weitläufig zu ergehen. Denn obgleich ich [1] mich selbst schon einmal damit beschäftigt habe, einzelne Ursachen dieser am absteigenden Curvenschenkel zu Tage tretenden secundären Wellen uz ernuiren, so glaube ich dennoch, dass die unwiderleglichen Resultate der Untersuchungen über das Strömen von Flüssigkeiten in elastischen Röhren unter dem Einflusse eines rhythmischen Zuflusses und ebenso unsere Kenntnisse von der Art der Contraction des Herzens viel zu wenig ausgebildet sind, um über die Veränderungen dieser secundären Erhebungen etwas Bestimmtes und Sicheres aussagen zu können.

---

[1] „Zur Demonstration des Pulses mittelst der Flamme". Untersuch. aus d. Institute für Physiologie u. Histologie in Graz. Leipzig 1873, p. 307.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Supporttisch für graphische Versuche.

G, gusseisernes Gestelle;
T, feste Tischplatte;
T_1, bewegliche Tischplatte;
t, rechtwinkelig gebogener Träger derselben;
s, Schraube, welche gelüftet eine Drehung der Tischplatte erlaubt;
p, Platte, die durch Anziehung der Schraube s den Träger t am Gestelle fixirt;
S, Supporttschlitten zur Horizontalverschiebung von T_1;
K, Kurbelrad desselben;
S_1, Supportschlitten zur Verticalverschiebung von T_1;
s_1, Spindel desselben;
rr, Messingzahnräder (Übersetzung);
K_1, Kurbelrad für Supportschlitten S_1;
R, Regulator von Foucault;
St, Stativ mit vier Marey'schen Trommeln;
C, Transmissionschronograph.

Tafel II.

Alle Curven wurden mit alkoholischer Anilinfarbe auf das unendliche Papier von Ludwig's Kymographion geschrieben. Es sind Figur 1—6 Stücke von langen Curvenreihen, welche in 60—120 Secunden dauernden Versuchen gewonnen wurden.

R = Respirationscurve, geschrieben mit Marey's cylindre elastique;
P = Pulscurve mit der offenen Pulskammer geschrieben;
Z = Zeitcurve mit dem Transmissionschronographen geschrieben, das Intervall = 1 Secunde;
I = Inspirationsbeginn;
E = Exspirationsbeginn.

Fig. 1. Athemcurve, Zeitcurve und Pulscurve der Art. car. sin. von einem kräftigen, 21 Jahre alten Manne. Vormittag. — Respiration sehr forcirt durch den offenen Mund und durch die Nase.

Pulsfrequenz . . . . 64·5.
Respirationsfrequenz . . . . 6·5.

Fig. 2. Von demselben Individuum. Nachmittag. — Respiration wenig forcirt und nur durch eine einzige Nasenöffnung.

Pulsfrequenz . . . . 60.
Respirationsfrequenz . . . . . 11.

Fig. 3. Athemcurve, Zeitcurve und Pulscurve der Art. car. sin. von einem 20 Jahre alten Manne. Nachmittag. — Respiration normal durch beide Nasenöffnungen. Mund geschlossen.

Pulsfrequenz . . . . 58.
Respirationsfrequenz . . . . . 20.
S = Schlusszeichen.

Fig. 4. Von demselben Individuum. Respiration nicht forcirt durch den weit geöffneten Mund.

Pulsfrequenz . . . . 58.
Respirationsfrequenz . . . . . 20.

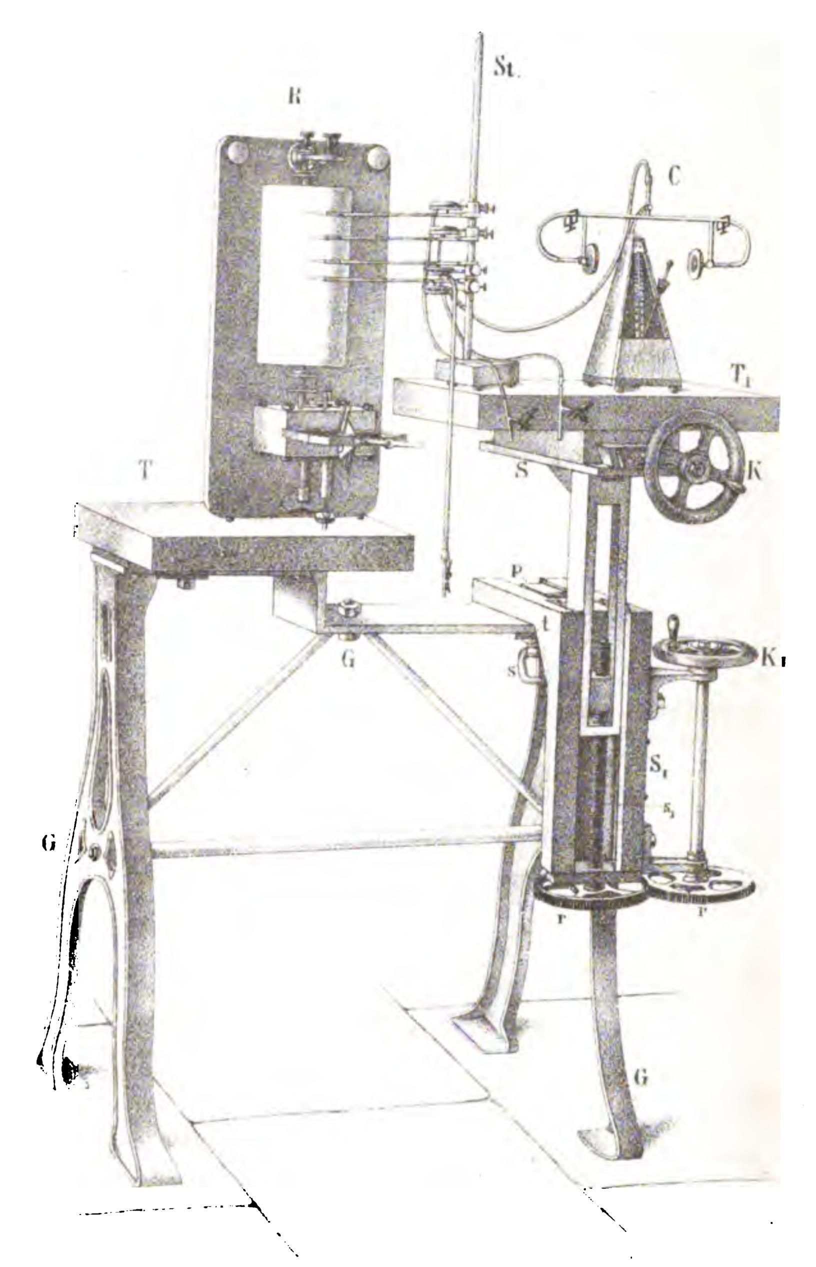
Fig. 5. Von demselben Individuum. Respiration nicht forcirt durch nur eine einzige Nasenöffnung.

Pulsfrequenz . . . . 58.
Respirationsfrequenz . . . . . 20.

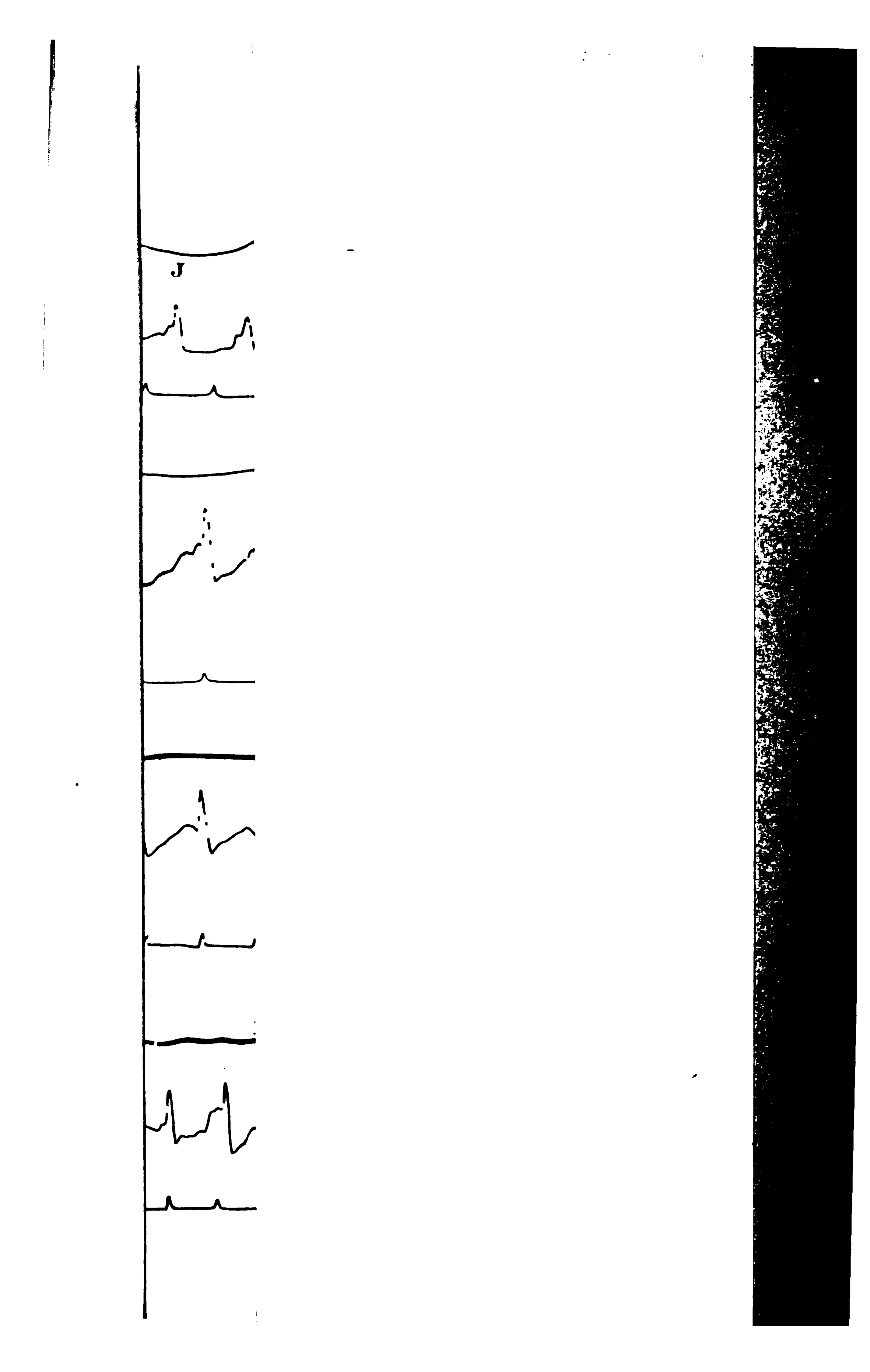
Fig. 6. Von demselben Individuum. Respiration seicht durch Mund und Nase sehr frequent.

Pulsfrequenz . . . . 58.
Respirationsfrequenz . . . . . 72.

Man sieht hier die Deformation der einzelnen Pulscurven durch den Einfluss der Respiration sehr deutlich.



Druck v. Jos. Wagner in Wien


J